GP3

AMÉLIORATION des PLANTES
31 JAN. 1975
VERSAILLES

VEGETABLE & FOOD CROPS NEWS FROM INRA FRENCH WEST INDIES

NOUVELLES MARAÎCHÈRES et VIVRIÈRES de l'INRA aux ANTILLES

N° 6
Septembre 1973

"FATIGUE DES SOLS"

NAA-10

LES NOUVELLES MARAICHERES
ET VIVRIERES DE L'INRA AUX ANTILLES
(Vegetable and food crops news from INRA-FWI)

Nº 6 - SEPTEMBRE 1973

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)
Centre de Recherches Agronomiques des Antilles Guyane (CRAAG)
Domaine Duclos - Petit-Bourg - Guadeloupe FWI.

TABLE DES MATIERES

Pages

A. KERMAREC
Les nématodes de l'igname dans les Antilles..... 1

A. KERMAREC & A. ANAIS
Les nématodes et les cultures maraichères et vivrières
des Antilles françaises..... 9

C.M. MESSIAEN & M. CLAIRON
Fatigue et Appauvrissement des sols maraîchers
(exposé aux journées maraîchères 3 Mai 1973).....22

Compte-rendu de la réunion du Groupe Plantes
maraîchères-Fatigue des sols 28

M. BERNIAC & M. BERAMIS
Etude des relations entre nature physico-chimique
des sols de Guadeloupe et installation de
Pseudomonas solanacearum.....54

LES NEMATODES DE L'IGNAME DANS LES ANTILLES

-:-:-:-:-:-:-:-

A. KERMARREC

Avec la collaboration technique de A. ANAIS

I. N. R. A.

Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane
Station de Zoologie et lutte biologique
Guadeloupe

-:-:-:-:-:-

RESUME

Depuis 1972 la nématofaune de l'igname est analysée à l'INRA de la Guadeloupe. Les premiers résultats montrent la nuisance réelle de deux espèces : Meloidogyne incognita, nématode à galles, et Aphelenchoides besseyi, nématode du feuillage. D'autres genres sont communément trouvés dans la rhizophère : Helicotylenchus, Pratylenchulus, Rotylenchulus et participent à la fatigue des sols.

Le principal helminthe ravageant les cultures d'igname dans le monde, (Scutellonema bradys) ne semble pas encore importé. Sa nuisance en culture, sa survie au cours de la conservation des tubercules semences ainsi que sa présence dans le Nord de la Caraïbe rendent indispensable l'élévation d'une barrière sanitaire sévère à l'introduction de tubercules qui ne se ferait que sous quarantaine.

RESUMEN

Desde 1972 la población de nemátodes del ñame ha sido analizada en el INRA de Guadaloupe. Los primeros resultados muestran el daño real de dos especies : Meloidogyne incognita, nemátodo de agallas, y Aphelenchoides besseyi, nemátodo del follaje. Otros géneros son comunmente encontrados en la rizósfera : Helicotylenchus, Pratylenchulus, Rotylenchulus y están relacionados con el empobrecimiento del suelo.

El principal helminto perjudicial a los cultivos del ñame en el mundo (Scutellonema bradys) no ha sido todavía importado. Su daño en el cultivo, su supervivencia en el curso de la conservación de los tubérculos - semillas asi como su presencia en el norte del Caribe hacen indispensable la elevación de una barrera fitosanitaria severa a la introducción de tubérculos, que deben pasar por cuarentena.

I - INTRODUCTION

La culture des tubercules conserve aux Antilles une importance traditionnelle. Elle est actuellement en voie de rationalisation grâce aux recherches des généticiens, agrologistes et phytiâtres. L'igname (Dioscorea spp) y a une place de choix et certaines de ces variétés sont très recherchées par la cuisine créole.

Toutefois, la culture de cette racine comporte un certain nombre de difficultés d'ordre phytosanitaire. Parmilles maladies et parasites des Dioscorea, les nématodes ont, une fois de plus, une place de choix, à la fois actuelle et potentielle. En effet deux nématoses distinctes et graves de l'igname ont déjà pu être mises en évidence aux Antilles françaises.

II - LES NEMATOSES DECLAREES

La première est causée par le nématode des racines noueuses ("root-knot nematode" des anglo-saxons) : Meloidogyne incognita qui induit des galles sur les tubercules (figure 1) de la variété cousse-couche INRA 25 en particulier. En Martinique la destruction totale d'une culture de multiplication de la variété INRA 31, située à Morne Vert a été observée. Le taux d'infestation du sol atteignait quelques 30.000 larves infestantes pour 100 grammes de sol.

Le second nématode nuisible est un parasite du feuillage où il induit des nécroses et entraine la mort du plant. Il s'agit de Aphelenchoides besseyi, trouvé en Guadeloupe et proche parent de A. ritzema-bosi du chrysanthème et de A. fragariae du fraisier. L'hôte classique de A. besseyi est le riz auquel il cause le "white tip" redouté par les riziculteurs du monde entier. La présence de ce nématodes en Guadeloupe n'avait pas encore été

signalée et l'hôte (Dioscorea sp) est nouveau pour cette espèce (KERMARREC & ANAIS , 1973).

D'autres nématodes vivent aux dépends de l'igname en Guadeloupe et participent, sans causer les dégâts spectaculaires des deux espèces précitées, au syndrôme de la fatigue des sols potagers, Ainsi, on rencontre fréquemment: Helicotylenchus spp, Pratylenchus sp et Rotylenchulus reniformis qui peuvent être à l'origine des points d'entrée des maladies fongiques par les piqûres répétées qu'ils infligent au système racinaire.

III - LE NEMATODE DE L'IGNAME

Toutefois, et c'est le point sur lequel nous désirons insister, le principal endoparasite migrateur qui s'attaque de préférence aux tubercules en leur donnant un aspect crevassé et liégeux, (figure 1) ne semble pas encore présent dans les Antilles françaises. Il s'agit d'un Tylenchida de la famille des Hoplolaimidae nommé Scutellonema bradys. Il a été trouvé dans presque toute la zone africaine de production d'ignames sur de nombreuses espèces et variétés cultivées (de GUIRAN, 1971). Des pertes de rendement de 30 % ont été enregistrées. Les couches externes des tubercules sont très atteintes et une pourriture brune à noirâtre s'installe. Les dégâts évoluent au cours du stockage car ce nématode continue à vivre et à se reproduire. Une pourriture fusarienne sèche accompagne l'infection et les tubercules-semences atteints sont à l'origine de nouvelles infestations de sols.

Le coût du traitement chimique est, il va sans dire, prohibitif et la thermothérapie des semences peut ne pas être sans effet sur la physiologie de la levée (40 minutes à 50°C). Les chercheurs de l'ORSTOM conseillent l'installation d'une plante résistante pendant deux ans dans la zone infestée : mil, sorgho, maïs ou coton. Cependant, CAVENESS (1967) a montré que le maïs et le coton sont des plantes hôtes pour Scutellonema bradys. Il est donc préférable d'éviter ces cultures qui entretiennent l'inoculum. Dans le tableau annexé nous présentons la gamme actuellement connue des hôtes ainsi que les pays où la mise en évidence fut effectuée par divers auteurs. La carte n° 1 montre la répartition mondiale du ravageur superposée à celle de la culture de l'igname et la seconde carte donne le détail sa distribution américaine.

Tableau 1 - Gamme d'hôte et distribution de S. bradys dans le monde

Plante hôte	Pays	Référence
Calapogonium mucunoides Derr	Togo	LUC & HOESTRA 1960
Capsicum frutescens L.	Nigeria	CAVENESS 1967
Carica papaya L.	"	CAVENESS 1967
Crotalia anagyroides HB & K	Ouest africain	LUC & de GUIRAN 1960
Dioscorea alata L.	Nigeria	GOODEY T. 1935 b CAVENESS 1967
Dioscorea bulbifera L.	Ouest africain	LUC & de GUIRAN 1960
Dioscorea cayennensis L. (= rotundata Poir)	Nigeria	GOODEY T. 1935 b CAVENESS, 1967
Dioscorea esculenta (Lour) Buck.	Ouest africain	LUC & De GUIRAN 1960
Dioscorea spp	Côte d'Ivoire	BAUDIN 1956, SMIT 1966
	Jamaique	STEINER & Le HEW 1933
	Porto Rico, Guatemala	SHER 1963
	Cuba	DECKER & al, 1967
	Brésil	LORDELLO, 1959
	Etats-Unis	STEINER & BUHRER 1934 a
	Nigeria	PHILLIPS 1956, STEINER 1937 b, GOODEY 1935, WEST 1934
Elaeis guineensis Jacq.	Nigeria	CAVENESS 1967
Gossypium sp	"	"
Hevea brasiliensis Müll-Arg.	"	"
Hibiscus esculentus L.	Togo	LUC & HOESTRA 1960
Lochnera rosea Reichb.	"	"
Manihot utilissima Pohl	"	"
Musa sp	Nigeria	CAVENESS 1967
Quercus sp	"	"
Rhododendron sp	Floride	SHER 1963
Ricinus communis L.	"	"
Trumfetta rhomboidea Jacq.	"	"
Urena lobata L.	Togo	LUC & HOESTRA 1960
Vigna sinensis Endl.	"	"
Zea mays L.	Nigeria	CAVENESS 1967
	"	"

IV - LA LEGISLATION

En raison de l'importance que revêt la culture de l'igname dans les départements d'Outre-Mer, de la gamme d'hôtes réservoirs tous présents dans les Antilles, des relations touristiques, commerciales et scientifiques qui existent dans la caraïbe, il nous parait urgent et indispensable de conseiller l'élévation d'une barrière phytosanitaire sévère afin d'éviter l'introduction accidentelle du nématode de l'igname par des tubercules infestés ou par tout autre plante hôte.

Les textes législatifs consultés ne nous ont pas semblé suffisamment précis en ce qui concerne les tubercules tropicaux. Certes, l'arrêté du 30 juillet 1970 qui abroge et remplace celui du 1er juillet 1951 oblige à lutter en tous lieux et en tous temps contre une cinquantaine d'ennemis des cultures mais seul le nématode doré de la pomme de terre (Heterodera rostockiensis) est directement concerné. Or, l'introduction de nématodes nouveaux ou simplement de pathotypes étrangers de la même espèce, est d'autant plus préjudiciable que les moyens actuels de lutte, très couteux, ne permettent pas leur éradication.

En matière d'infestation, l'arrêté du 1er septembre 1964 qui autorise le refoulement de plantes contaminées stipule dans son article premier :

> "L'importation, sous tous les régimes douaniers autres que le transit, dans le territoire douanier métropolitain ainsi que dans les départements de la Guadeloupe, de la Guyane, de la Martinique et de la Réunion, des produits désignés ci-après, de toute origine et de toute provenance, est subordonnée au contrôle du Service de la Protection des Végétaux,..." en dépit de toute certification phytosanitaire du pays d'origine.

L'article 3 du même arrêté légalise toutes sortes de mesures coercitives à l'encontre du produit suspect. Cependant, la désignation des produits reste vague : "légumes et plantes potagères, à l'état frais ou réfrigéré". (Chap. 7 ; n° 07-01 et 07-05).

De plus, l'arrêté précité abroge celui du 26 février 1953, "relatif à l'importation, dans le département de la Réunion, de boutures, plants, racines et graines de Manioc". En conséquence et vu le manque de précision des textes, il nous parait urgent d'insister sur le fait que la gamme d'hôtes de Scutellonema bradys ne se limite pas à l'igname, et que, d'autre part, la

Réunion se trouve directement concernée par l'Afrique et les départements des Antilles par les îles du nord de l'arc caraïbe.

Cette note technique sera suivie sous peu de notes semblables concernant : Aphelenchoides (nématode foliaire), Ditylenchus (nématode des tiges et bulbes) et Heterodera (nématode à kyste) par lesquels les antilles françaises semblent à ce jour épargnées.

Nous restons à la disposition de l'Inspection Régionale de la Protection des Végétaux pour les analyses, les déterminations éventuelles et l'installation d'une quarantaine.

- BIBLIOGRAPHIE -

BAUDIN, 1956 - in SMIT 1967

CAVENESS F.E., 1967 - Nematology studies 1960-1965 - USAID / Nigeria, 135 pp.

DECKER H., GARCIA R.C. & BOSCH D., 1967 - Observaciones sobre la presencia del nematodo Scutellonema bradys en el tuberculo del name, en la provincia de Oriente (Cuba). Bol.Ciencias y technologia 3: 67-76.

GOODEY T., 1935 b - Observations on a nematode disease of yams. Journ. Helminth. 13, (3), 173-190.

GUIRAN (de), 1971 - Le problème Meloidogyne et autres nématoses sur cultures vivrières, tabac, caféier, riz, in "Les Nématodes des cultures" ACTA : 447-474

KERMARREC A. & ANAIS A., 1973 - Présence en Guadeloupe de Aphelenchoides besseyi Christie 1942 (Nematoda, Aphelenchoidea) dans le feuillage de l'igname cousse-couche : Dioscorea trifida L. - Congrès de l'OTAN, Venezuela 1973 (en espagnol).

LORDELLO L.G.E., 1959 - A nematosis of yam in Pernambuco, Brazil, caused by a new species of the genus Scutellonema. Rev.Brasileria Biol. (Rio Janeiro) 19 (1): 35-41.

LUC M. & GUIRAN (de) G., 1960 - Les nématodes associés aux plantes de l'ouest africain. Liste préliminaire. Agron.Trop. Nogent 15 (4): 434-49.

LUC M. & HOESTRA H., 1960 - Les nématodes phytoparasites des sols de cocoteraie du Togo. Essai d'interprétation du peuplement. Agron. Trop. Nogent, 15 : 497-512.

PHILLIPS, 1956 - in SMIT 1967

SHER, 1963 - Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda) III Scutellonema Andrassy, 1958 - Nematologica 9, 421-443.

SMIT, 1966 - in SMIT 1967

SMIT J.J., 1967 - Nematodes In "YAMS" DG COURSEY. Tropical Agriculture pp. 115-120. Longmans, London.

STEINER G., 1931 - A nematosis of yams caused by a new species of Hoplolaimus Pl. Dis. Rept. 15: 21

STEINER G., 1937 a - Observations on the yam nematode Rotylenchus bradys. Phytopath. 27 : 865 - 867.

STEINER G., 1937_b - Opuscula miscellanea nematologia V. Rotylenchus blaberum n. sp. a nematode parasite of yams (Dioscorea sp).Proc. Helm. Soc. Wash. 4 (1): 34-35.

STEINER G. & Le HEW R.R., 1933 - Hoplolaimus bradys n.sp (Tylenchidae, nematode) the cause of a disease of yam. Zool.Anz. 101: 260-264.

STEINER G. & BUHRER E.M., 1934 a - Observations of interest on nematode diseases of plants. Pl. dis. Reptr. 18 (7), 100.

WEST, 1934 - in SMIT 1967.

LES NEMATODES ET LES CULTURES MARAICHERES ET VIVRIERES DES ANTILLES FRANCAISES

A. KERMARREC & A. ANAIS

I. N. R. A.
Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane
Station de Zoologie et Lutte Biologique
Guadeloupe

-:-:-:-:-:-

INTRODUCTION

Il est urgent pour chaque agriculteur, technicien et vulgarisateur d'être informé du risque que peuvent représenter les nématodes ou anguillules pour les productions vivrières et maraîchères des départements antillais. Tel est notre but au cours de ces journées.

L'incidence de ces ravageurs apparait en effet de plus en plus grande au fur et à mesure de l'avancement des recherches concernant les causes multiples de dépérissements ou fatigues restées inexpliquées à ce jour. Il n'est pas aisé de chiffrer les manques à gagnier imputables aux maladies vermiculaires : ceux-ci sont variables selon l'espèce en cause, la culture, l'antécédent, les méthodes culturales, la région, les années. Les dégâts sont parfois spectaculaires et la récolte insignifiante en particulier dans la monoculture intensive ou dans une séquence culturale faisant "effet tremplin". Dans certains cas seulement la rentabilité de la production autorise le traitement des sols qui se chiffrent à l'heure actuelle de 2 000 à 10 000 F l'hectare.

Toutes les cultures humaines portent leur fardeau de nématodes suçeurs de sève et videurs de cellules racinaires ou foliaires, et les maraichages ne sont malheureusement pas les moins sensibles. D'autant plus que les anguillules agissent parfois en synergie avec d'autres maladies (fongiques, bactériennes ou virales) qu'elles provoquent, induisent ou simplement favorisent.

Toutefois, le plus souvent le mal est insidieux, peu évident, la culture démarre mal, les plants n'atteignent pas leur taille maximale et restent jaunâtres avec parfois, dans les cas déjà plus graves un dessèchement de la partie aérienne. La récolte est évidemment moindre et la longévité des plants pérennes abaissée. Tous les degrés existent entre la mort subite d'un igname ou d'une salade, et la production simplement un peu abaissée d'une culture de tomate.

Nous nous proposons de donner un rappel sommaire de l'identité du nématode afin de mieux comprendre son rôle dans le dépérissement des cultures et les difficultés que comporte son étude. Après ce bref rafraichissement de vos connaissances nous aborderons le domaine plus particulier des nématodes des maraichages et cultures vivrières tropicales en nous basant sur des exemples concrets antillais. Enfin, nous tâcherons de tirer les enseignements d'un an de recherche préliminaires sur les potagers de la Guadeloupe et de la Martinique, et de discuter les possibilités de lutte contre ces ravageurs qui contaminent à plus ou moins court terme tout sol mis en cultures maraichères.

I - LE NEMATODE : QUI EST-IL ?

Les nématodes appartiennent au phylum des némathelminthes. Ce sont des vers cylindriques, allongés, de faible taille (0,2 à 2 mm sur 0,04 mm de diamètre) et transparents, ce qui les rend invisibles sur un fond coloré tel l'argile des sols. Le seul cas ou l'on puisse "voir" des nématodes parasitant une plante est celui des galles, déformations en chapelets de tissus racinaires qui ne sont donc que l'indice de la présence des nématodes à galles. Il en va autrement des nématodes parasitant l'homme et les animaux : l'Ascaris du cheval a la taille d'une règle d'écolier!

Leur anatomie est simple : dans le fourreau cuticulaire sont juxtaposés un système digestif et un système reproducteur. Le premier nous intéresse au premier chef et en particulier la zone buccale où se trouve le stylet des Tylenchides phytophages. Ce stylet, mobile d'avant en arrière, est creux et l'aiguille hypodermique du corps médical n'en est qu'une reproduction exacte. C'est avec cet outil et une salivation riche en enzymes divers que le nématodes occasionne les dégâts sur le système racinaire des plantes qui l'hébergent.

En ce qui concerne la reproduction, disons simplement que les processus sont variés, les sexes séparés et les cycles d'oeuf à oeuf parfois très rapides et nombreux.

Il faut insister sur l'écologie aquatique obligatoire du nématode. On peut le comparer à un sac à dialyse vivant en équilibre avec la solution du sol.

On connait actuellement, et pour les seuls phytophages, environ 1500 espèces réparties dans 150 genres. Une centaine d'espèces est décrite chaque année. Les populations sont rarement inférieures à 5 et souvent de 20 individus par centimètre cube de sol cultivé ce qui représente un total d'un à quatre millions d'individus au mètre carré.

Les nématodes phytophages se rangent en trois catégories :

- les endoparasites sédentaires ou migrateurs, vivent dans les tissus des racines (Pratylenchus sp; Meloidogyne sp), des feuilles (Aphelenchoides sp), des tiges et bulbes (Ditylenchus sp)
- les semi endoparasites, sédentaires ou migrateurs engagent profondément une partie de leur corps dans la racine et pondent à l'extérieur (Rotylenchulus, Meloidogyne spp)
- les ectoparasites, sédentaires ou migrateurs, ponctionnent les sucs racinaires de l'extérieur avec un stylet en général très long.

La taxinomie est, l'on s'en doute, complexe et nous n'en donnerons ici qu'un aperçu en nous limitant aux espèces les plus dangereuses qui concernent les maraichages antillais (tableau I).

Tableau I - Position systématique des principaux nématodes des maraichages antillais. Entre parenthèses les espèces potentielles non encore présentes

ORDRE	FAMILLE	GENRE	ESPECE	PLANTE HOTE TYPE AUX ANTILLES
TYLENCHIDA	Tylenchidae	(Ditylenchus)	(dipsaci)	(bulbes)
		Tylenchorhynchus	capitatus	poivron
	Hoplolaimidae	Helicotylenchus (Scutellonema)	dihystera (bradys)	tomate (igname)
		Pratylenchus	zeae coffeae	patate douce calalou
		Rotylenchulus	reniformis	Vigna
	Heteroderidae	(Heterodera)	(rostochiensis) (carotae) (glycines)	(Pomme de terre) (carotte) (soja)
		Meloidogyne	incognita javanica arenaria	tomate carotte
	Aphelenchoididae	Aphelenchoides	besseyi (ritzema bosi) (fragariae)	igname (chrysanthème) (fraisier)

II - LE LABORATOIRE DE NEMATOLOGIE DE L'INRA : L'ECHANTILLON ET L'ANALYSE

Le laboratoire de Nématologie de la Station de Zoologie du CRAAG fut créé en 1971 à la suite d'une campagne d'étude des nématodes antillais et des problèmes afférants menée par M. SCOTTO LA MASSESE de 1968 à 1971. Les activités de cette unité nouvelle couvrent deux secteurs de la nématologie. Les nématodes de plantes et les nématodes des arthropodes. Le secteur "phytonématodes" est composé d'un laboratoire d'analyse réceptionnant (enregistrement) et traitant les échantillons de sols ou de plantes suspectes (extraction des nématodes).

M. ANAIS A., responsable de ce laboratoire effectue les déterminations au niveau du genre et les dénonbrements ainsi que les "pêches" et fixations sur lames à microscopie pour la seconde étape. Celle-ci comporte en substance la détermination à l'espèce, chose délicate, parfois confiée aux spécialistes du genre au Laboratoire Central de Nématologie de l'INRA (ANTIBES). Le responsable local de l'Unité nématologie communique alors la réponse accompagnée de conseils à la personne qui a demandé l'analyse. A la différence du laboratoire d'Antibes, nos analyses sont gratuites.

Les échantillons de sols et plantes suspectés de nématose doivent être frais, de plus d'un kilogramme, humidifiés sans excès dans un sac plastique, en incluant des racines et radicelles. Il sera utile d'apporter un échantillon témoin prélevé dans la zone apparemment saine. Des répétitions des deux cas sont souhaitables. Un questionnaire sera rempli à l'arrivée de l'échantillon au laboratoire afin de permettre au responsable d'émettre des conseils utiles au vu des résultats. Le non respect des conditions précédentes rendrait l'analyse (qui est longue et coûteuse) inutile et le responsable refuserait l'enregistrement de l'échantillon.

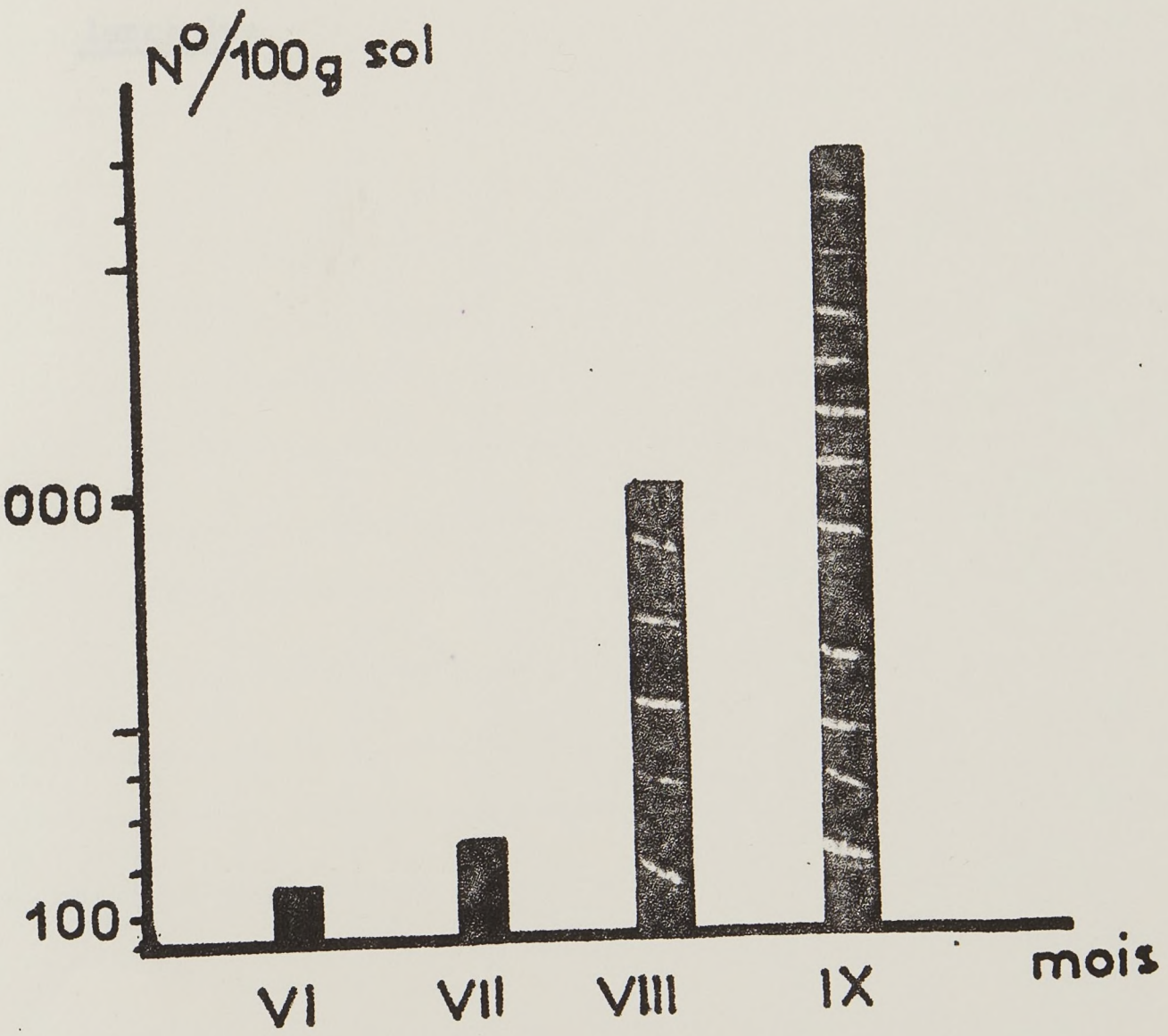
III - LES NEMATODES DES CULTURES MARAICHERES ET VIVRIERES ANTILLAISES

L'importance des cultures maraichères ne cesse de croître dans les Antilles pour deux raisons : la population locale tend à varier davantage son alimentation, ce qui amène un accroissement des cultures artisanales autour des grands centres ; l'exportation de légumes vers les pays tempérés se développe à contre saison ce qui entraine la création de cultures de grandes surfaces.

Cette intensification s'accompagne d'une part d'une sélection de la nématofaune vers les espèces phytophages, première étape nématologique du phénomène complexe de la fatigue des sols maraîchers (fig. 1) et d'autre part, on observe l'installation définitive d'espèces polyphages dangereuses (Meloidogyne, Rotylenchulus, Helicotylenchus et Pratylenchus spp) et ceci dans une tranche verticale du sol cultivé dépassant 1,50 m de profondeur.

De plus la circulation des produits consommables entre les

Fig. 1 - Développement d'une population de *Rotylenchulus reniformis* au cours d'une culture de tomate en Guadeloupe



départements antillais, les importations non contrôlées de semences et plants présentent un danger réel en particulier en ce qui concerne les genres non encore introduits : Heterodera, Ditylenchus, Scutellonema et certains Aphelenchoides. Ceci nous conduira à proposer des réglementations phytosanitaires communes ou particulières afin d'éviter la dissémination d'espèces très graves (voir tableau I).

Nous présentons, condensés dans le tableau 2, les résultats des quelques centaines d'échantillons analysés dans les potagers martiniquais et guadeloupéens (y compris les dépendances). Certains points sont frappants : la faible diversité de la nématofaune, le large spectre d'hôte des espèces et races, la grande dominance d'une ou deux espèces et le complexe presque toujours rencontré : Meloidogyne - Rotylenchulus.

Tableau 2 : Résultats d'analyses nématologiques en cultures maraichères et vivrières antillaises (1971-1972). Les espèces non déterminées sont notées devant le nom du genre.

nématodes ravageurs \ plantes hôtes	ail	aubergine	tomate	laitue	carottes	persil	celeri	chou	concombre	courgette	pois	vigna	pois d'angole	épinard	baselle	célosie	poivron	patate douce	Igname	manioc	calalou	malanga	papayer
Tylenchorhynchus capitatus																	+	+					
Helicotylenchus dishystera		+	+		+			+				+			+	+	+	+	+ +			+	
Pratylenchus zeae coffeae		+									+	+	+			+	+	+			+		
Rotylenchulus reniformis		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+
Radopholus similis																		+					
Meloidogyne incognita arenaria javanica		+	+ +	+	+ +	+		+	+	+	+	+			+	+	+		+	+		+	+
Aphelenchoides besseyi												+								+			
Aphelenchus	+															+		+				+	
Xiphinema americanum												+											

Notons sans l'inclure dans le tableau 2 que Heterodera sp a été trouvée en 1968 sous pois d'angole à Marie-Galante. Jusqu'à ce jour nous n'avons pas retrouvé ce genre malgré des recherches systématiques sous les plantes hôtes types.

Notons encore que, par rapport au tableau 1, nous avons rajouté trois genres supplémentaires dans le tableau 2. Ce sont : Radopholus similis (Hoplolaimidae) qui est inféodé aux Citrus et à la bananeraie mais qui peut se rencontrer sur patate douce en particulier :

- Aphelenchus (avenae ?) proche de Aphelenchoides dont la pathogénie n'est pas encore précisée mais qui semble se rencontrer en association avec d'autres maladies (fongiques en particulier). Il n'est pas dit que ce genre soit exclusivement mycophage.

- Xiphinema americanum, seul Dorylaimida trouvé actuellement sous maraichages. Ce genre convient, entre autres, des espèces vectrices de viroses. Il ne faut pas pour autant relier la virose observée sur Vigna à la présence de ce nématode.

La pathogénie réelle des espèces du tableau 2 dépend de nombreuses conditions : climatiques, physiologiques, variétales ... En général elle n'est encore que suspectée. Seuls dans les cas de mort violente d'une culture nous sommes en mesure d'affirmer que le nématode est directement en cause. Ainsi, ce fut le cas pour les cultures et plantes suivantes (tableau 3).

Tableau 3 : Quelques cas de mort soudaine observés dans diverses cultures maraichères antillaises
(97-1 - Guadeloupe ; 97-2 : Martinique)

Département	Plante	Nématode	Symptômes
97-1 97-2	tomate	Meloidogyne incognita	Perte de vigueur, dessèchements apicaux, racines gallées.
97-1 97-2	laitue persil	M. incognita	Feuilles jaunâtres, plants rabou-gris, galles sur les racines.
97-2	carottes	M. incognita M. arenaria	Jaunissement, racines fourchues et gallées.
97-1 97-2	Ignames	M. incognita	Galles sur le tubercule, crevasses disparition d'une culture entière.
97-1	Ignames	Aphelenchoides besseyi	necroses foliaires, tubercules crevassés, plant noircissant.

Nos enquêtes, effectuées en "coups de sonde" ont montré l'importance du genre Meloidogyne, le nématode à galles qui est le principal souci des maraichers. Son association très fréquemment observée avec Rotylenchulus reniformis ne permet pas actuellement de trancher quant à l'importance du rôle pathogène réel de ce dernier semiendobionte tout aussi ubiquiste et fréquent de Meloidogyne. Le nématode réniforme, s'il n'induit pas de galles, n'en est pas moins reconnu pour avoir causé des dépérissements spectaculaires à lui seul.

A côté des Meloidogyne incognita et Rotylenchulus reniformis il faut noter la présence de Helicotylenchus dihystera et à un degré moindre de certains Pratylenchus.

Ce complexe constitue un des problèmes phytosanitaires les plus graves de l'agriculture antillaise, problème aggravé par les difficultés d'un assolement correct, la limitation des espèces cultivées, la réduction des temps morts et les conditions culturales favorables aux anguillules polyphages.

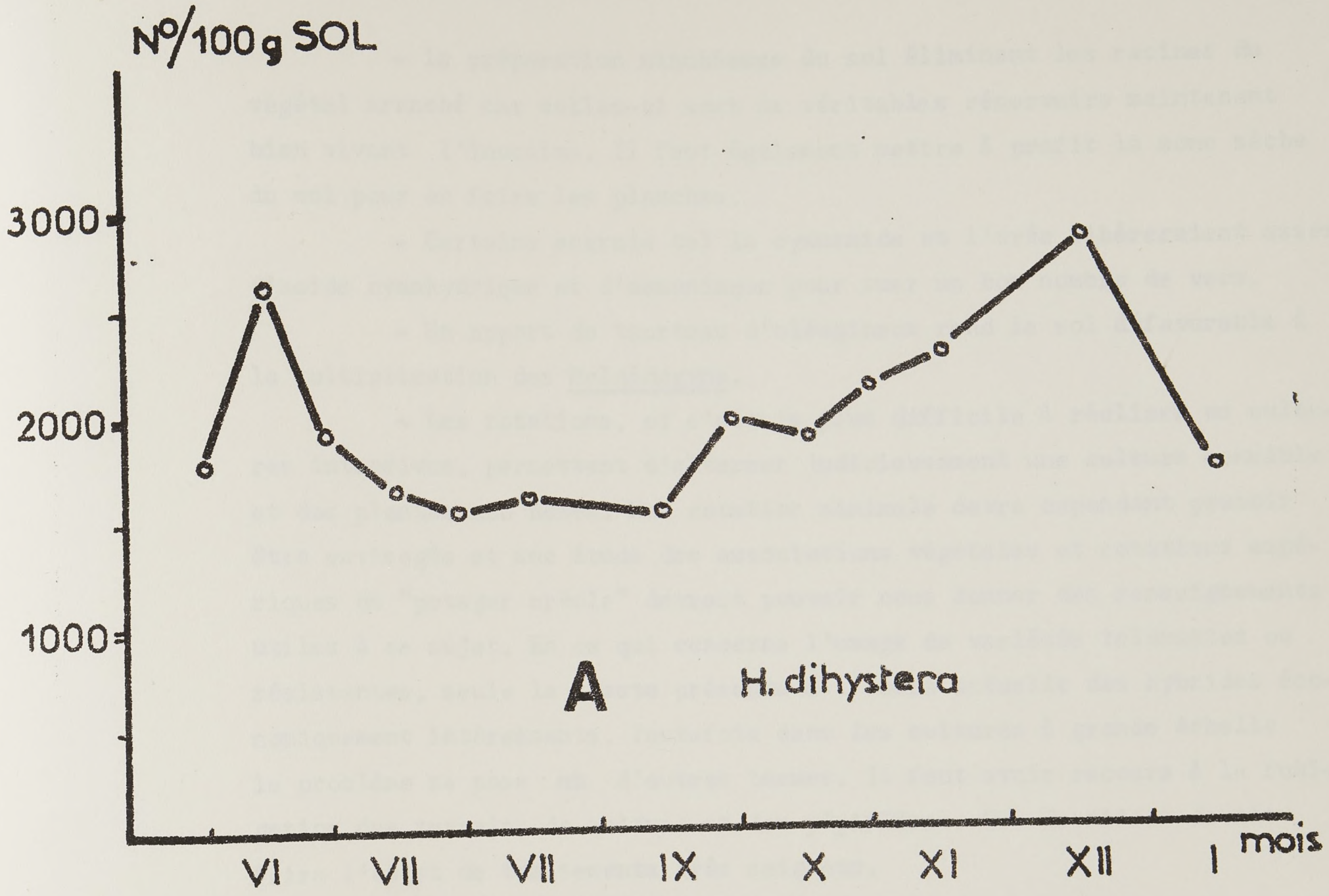
IV - LES METHODES DE LUTTE

Les cultures maraîchères font partie de celles qui peuvent dans certains cas supporter décemment le coût de traitements chimiques. Avant de traiter ce chapitre important, notons qu'il est toutefois possible de limiter raisonnablement les dégâts des phytophages par des méthodes culturales bien comprises et en fin de compte moins coûteuse et relativement simple telles que :

- un apport d'azote en cours de culture améliore la résistance de la plante attaquée en jouant sur la vigueur ;

- une friche travaillée et sèche détruit la majorité des nématodes ainsi que nous l'avons montré en Guadeloupe (figure 2). Une alternance de périodes de réhumectation et de déssèchement est d'ailleurs bien plus efficace.

- la submersion contrôle très efficacement Meloidogyne qui ne supporte pas le milieu anaerobie. Ainsi deux cultures successives sont restées indemmes de nématodes à galles en Floride après inondation volontaire du terrain.



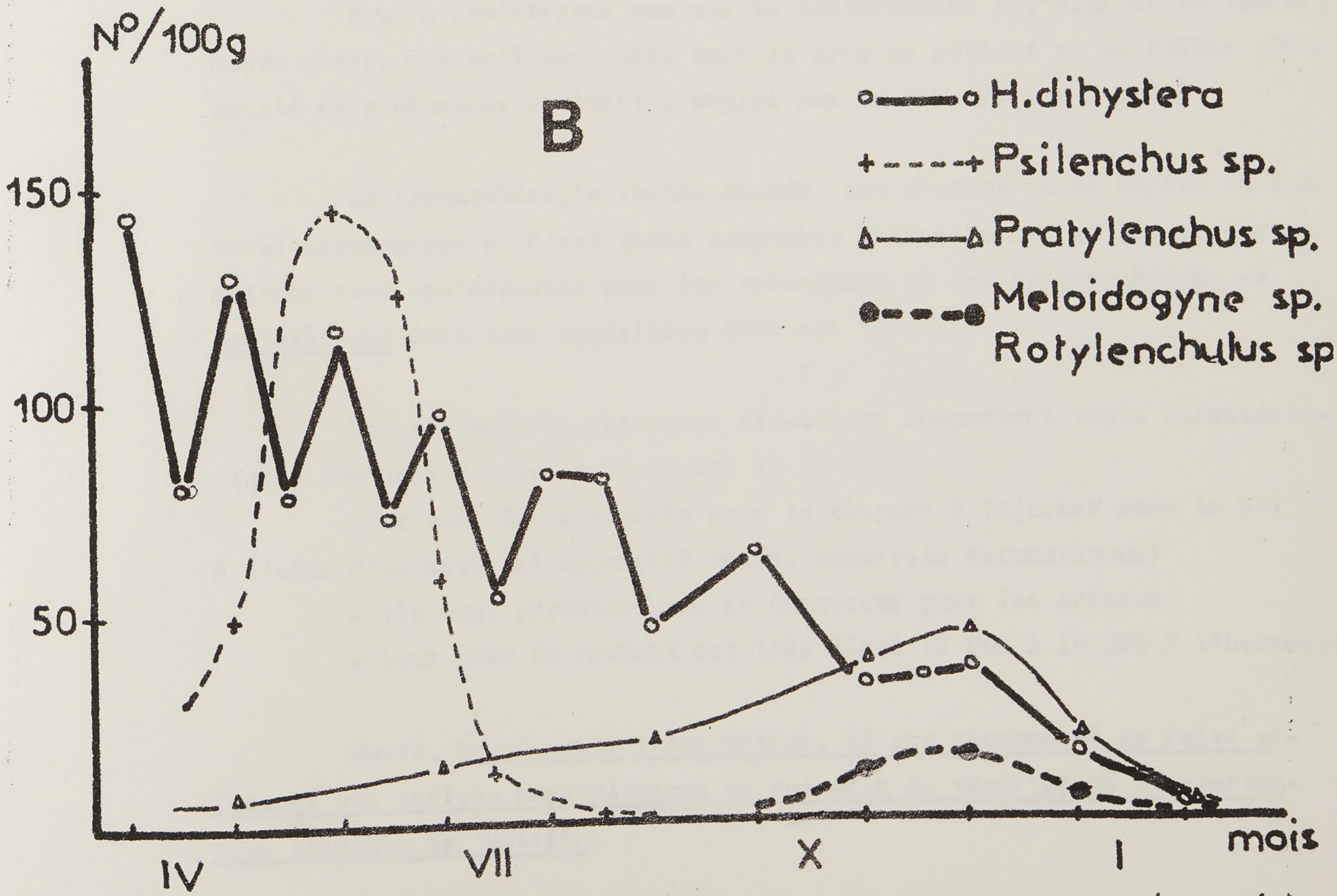


Fig. 2 - A. Friche non travaillée (MATOUBA) à Ageratum conyzoides (composée)
B. Friche travaillée par labours répétés (Domaine Duclos)

- la préparation minutieuse du sol éliminant les racines du végétal arraché car celles-ci sont de véritables réservoirs maintenant bien vivant l'inoculum. Il faut également mettre à profit la zone sèche du sol pour en faire les planches.

- Certains engrais tel la cyanamide et l'urée libéreraient assez d'acide cyanhydrique et d'ammoniaque pour tuer un bon nombre de vers.

- Un apport de tourteau d'oléagineux rend le sol défavorable à la multiplication des Meloidogyne.

- Les rotations, et c'est le plus difficile à réaliser en cultures intensives, permettent d'alterner judicieusement une culture sensible et des plantes non hôtes. Une rotation minimale devra cependant pouvoir être envisagée et une étude des associations végétales et rotations empériques du "potager créole" devrait pouvoir nous donner des renseignements utiles à ce sujet. En ce qui concerne l'usage de variétés tolérantes ou résistantes, seule la tomate présente à l'heure actuelle des hybrides économiquement intéressants. Toutefois dans les cultures à grande échelle le problème se pose en d'autres termes. Il faut avoir recours à la fumigation des terrains de culture et des pépinières. Ces dernières devant faire l'objet de traitements très soigneux.

Nous n'insisterons pas sur la désinfection à l'aide de la vapeur, moyen certes non polluant, mais dont le prix de revient et la faible efficacité en profondeur limitent l'emploi aux couches et aux serres.

La thermothérapie (bains chauds) est d'usage assez limité en cultures maraîchères et n'est guère adaptable qu'aux bulbes et caieux. Cette méthode sera envisageable pour les tubercules si les Aphelenchoides et Scutellonema font leur apparition dans nos îles.

Les traitements chimiques classiques comportent trois caractéristiques communes à tous les produits :

- ce sont des fumigants pour la plupart à injecter dans le sol à l'aide d'un matériel approprié (pals, appareils automatiques)
- ils sont phytotoxiques et dangereux pour les animaux
- leur prix de revient est très élevé (2 000 à 10 000 F l'hectare)

Aussi, avant toute intervention, il est recommandé de faire effectuer une analyse nématologique du sol afin de vérifier si l'intervention chimique se justifie.

Le tableau 3 donne un aperçu des principaux nématicides inscrits à l'index phytosanitaire de 1972.

Tableau 3 : Gamme des principaux nématicides actuels

Nom	Dénomination commerciale	Remarques
Bromure de Methyle	Brom - o - gas	gaz polyvalent- applicateur agrée obligatoire - Résidus bromés
Dichloropropane-dichloropropène	D D	liquide pal injecteur
Dibromochloropropane	Nemagon	liquide résidus bromés intolérances des liliacées - déconseillé sur solanées
Metam - sodium	Vapam	liquide application aisée assez polyvalent pas toujours bon nématicide
Dazomet	Basamid	granulés à incorporer polyvalent semblable au Vapam

Une nouvelle série de nématicides laisse entrevoir des horizons nouveaux : il s'agit de dérivés systémiques (esters phosphoriques, carbamates) à dégradation lente et présentés en microgranulés. De faible phytotoxicité ils pourraient aisément être employés à la plantation ou au semis.

Toutefois des études plus poussées sont encore nécessaires notamment en ce qui concerne le seuil de tolérance des résidus dans les fruits destinés à la consommation. Leur emploi se trouve actuellement encore limité aux cultures florales et décoratives et proscrit par la loi sur les cultures alimentaires (tableau 4). Un délai de trois mois est obligatoire après leur usage avant plantation d'une culture alimentaire.

Tableau 4 : Principaux systémiques actuellement interdits en cultures maraîchères.

Nom	dénomination commerciale	Observations
Aldricarbe	Témik	granulés déjà autorisés sur betteraves.
Phenamiphos	Nemacur	granulés autorisé en bananeraie.
Thionazine	Zinophos	trempage

CONCLUSION

Ce rapide survol n'a permis de traiter que les aspects généraux de la nématologie en cultures maraîchères antillaises. De nombreuses espèces de nématodes ont dû être laissées de côté : secondaires dans une vue d'ensemble elles n'en constituent pas moins dans certains cas un facteur non négligeable de la fatigue des sols.

La phytonematologie tropicale est une science en devenir qui doit encourager la vigilance des services spécialisés dans deux domaines :

- la surveillance des populations de nématodes permettant de déceler la multiplication d'espèces préexistantes et l'apparition éventuelle de dégâts sur les cultures en expansion.

- empêcher l'introduction de parasites non encore présents (Scutellonema, Heterodera, Ditylenchus, Aphelenchoides) en surveillant les importations des pays tempérés et tropicaux.

Les moyens de lutte chimique ne peuvent être retenus seuls, vu leur coût. Le recours à des méthodes complémentaires incluses dans le plan de gestion de la culture doit permettre le contrôle et le maintien des populations phytophages à un niveau acceptable et compatible avec la rentabilité de la culture.

Les recherches en cours permettent d'espérer un élargissement des moyens de lutte vers les produits systémiques non phytotoxiques.

L'absence de recette standard nous oblige à rechercher des solutions originales, entenant compte des conditions locales socioéconomiques, agrologiques climatiques, botaniques et zoologiques.

- BIBLIOGRAPHIE -

Ouvrages généraux

TAYLOR A.L., 1968 - Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites. Manuel FAO, ONU, Alimentation et Agriculture, 135 pp.

X - Les nématodes des cultures (1971)
Journées françaises d'études et d'information (ACTA)
Paris, 828 pp.

PEACHEY J.E. (editeur) 1969 - Nematodes of tropical crops.
Commonwealth agricultural Bureaux, 355 pp.

SMART G.C. & PERRY V.G., 1968 (editeurs) - Tropical nematology.
Center for tropical Agricultural, 135 pp.

X - Index des produits phytosanitaires
IX° - Juillet 1972

FATIGUE ET APPAUVRISSEMENT DES SOLS MARAICHERS

C.M. MESSIAEN et M. CLAIRON
Stations d'agronomie et de Pathologie végétale
INRA - Guadeloupe

(Exposé aux Journées Maraichères - 3 Mai 1973)

INTRODUCTION

Les Nématodes, dont vient de nous entretenir M. KERMAREC ne sont qu'une des causes possibles de "fatigue" des sols maraichers.De nombreux champignons microscopiques y participent également, provoquant soit des maladies spécifiques à telle ou telle plante (maladies vasculaires, galles sur les racines...), soit des fontes de semis et des pourritures du collet sur des plantes très diverses (Pythium spp et sclerotium rolfsii). Parmi les bactéries Pseudomonas solanacearum tient la première place (cf. exposé de Melle BERNIAC). On commence enfin à soupçonner des phénomènes toxiques, plus ou moins spécifiques, à la suite de l'enfouissement de déchets de culture ou d'engrais verts (cas de la laitue, p. ex.)

L'appauvrissement des sols cultivés sans cesse en culture maraichère est un autre danger, sous ses divers aspects : dégradation de la structure du sol, appauvrissement en éléments minéraux, disparition de la matière organique.

Nous examinerons ici, en empruntant éventuellement des exemples à d'autres régions, avec quelle gravité peuvent apparaître dans les conditions antillaises ces difficultés de fatigue et d'appauvrissement. Nous ne proposerons pas dès maintenant des moyens éprouvés de s'en préserver, mais nous indiquerons les voies dans lesquelles pourrait s'engager la recherche à ce sujet.

I - FATIGUE DU SOL

C'est dans les régions méditerranéennes que l'on mesure actuellement avec évidence les effets de la fatigue du sol : en comparant, par exemple les récoltes de Tomates et d'Aubergines dans les périmètres irrigués de la rive gauche du Rhône, datant du XVIIIe siècle, et ceux de la Rive droite, mis en culture intensive il y a une dizaine d'années : 900 g de tomates, 2 kgs d'Aubergines par plante d'un coté, contre 2 et 5 kgs de l'autre. Les agents responsables sont dans cette région la Verticilliose (maladies vasculaire moins grave que le F.B.), les nécroses de racines et divers nématodes.

Cette expérience récente montre que c'est au bout de 8 à 10 ans, c'est à dire au bout de 10 à 15 récoltes maraîchères que ces divers symptômes de " fatigue" commencent à se manifester dans les nouveaux périmètres irrigués.

Si un maraicher antillais exploite au maximum les surfaces dont il dispose, il fera au moins 3 cultures par an, et c'est au bout de 4 à 5 ans à peine qu'il commencera à voir apparaître les symptômes de " fatigue du sol", en admettant que son terrain n'ait présenté aucune contamination importante au départ. La liste des agents de " fatigue" en conditions antillaises est importante : quelques exemples :

Maladies spécifiques : Pseudomonas solanacearum, sur Solanées
Fusariose de la Tomate
Hernie du chou

Maladies non spécifiques : Pythium spp (fontes des semis
Sclerotium rolfsii (pourriture du collet.
Pseudomonas cichorii : pourritures basales sur salades et choux

Nématodes : cf. exposé KERMAREC.

Cette fatigue du sol s'accompagne d'un envahissement par des mauvaises herbes, dont les plus importantes sont, curieusement, les mêmes qu'en climat méditerranéen : Pourpier, Amarante, Cyperus.

II - APPAUVRISSEMENT DU SOL.

La dégradation de la structure du sol est moins à craindre dans les conditions antillaises que dans d'autres régions : les deux types extrêmes de sol (sols ferralitiques et vertisols) et leurs intermédiaires possèdent une structure propre, stable (grâce à la présence de fortes quantités d'Argile comme la Montmorillonite et la Kaolinite), et relativement indépendante de taux de matière organique.

L'appauvrissement minéral (beaucoup moins rapide dans les veryisols de Grande Terre) sera corrigé par des apports d'engrais, de préférence controlés par des analyses du sol et des plantes, qui éventuellement feront apparaître, en plus des apports classiques de N.P.K. une nécessité d'apport calcique ou magnésien, et parfois, d'oligoéléments comme le Molybdène (DALY - communication personnelle).

Les apports de matière organique doivent malgré tout être considérés comme nécessaires. Des essais préliminaires récents sur Tomate et Aubergine ont montré des gains de récolte considérables par apport de fumier de chèvre, de compost de Stylosanthes ou d'écume de sucrerie, dans un sol ferralitique (Domaine Duclos).

A la ferme de May l'expérience personnelle de MM. FOUGEROUZE, SCHOCH et ANAIS est également favorable à l'apport d'amendements organiques, qui atténueraient les défauts du vertisol calcaire, en facilitant l'arrosage (moins grande intensité des fentes de retrait, pénétration plus facile de l'eau). On observe un meilleur

aspect des plantes, sans doute du à de meilleures conditions de cheminement des racines dans le sol.

III - COMMENT ORIENTER LES EXPERIENCES DE LUTTE CONTRE LA FATIGUE ET L'APPAUVRISSEMENT DES SOLS MARAICHERS.

a) Moyens artificiels faisant appel à l'introduction sur l'exploitation de produits de désinfection du sol et de sources extérieures de matière organique.

1°) Une désinfection du sol faisant disparaître à la fois la majorité des organismes nuisibles et du stock de graines et rhizomes de mauvaises herbes peut être obtenue avec divers produits de type " fumigant", dont les matières actives sont en fait peu nombreuses, malgré la diversité des produits commerciaux.

chloropicrine : ancien gaz de combat de 14-18, d'application très dangereuse, de bonne efficacité générale.

dichloropropène : matière active du DD, qui ne tue que les nématodes.

bromure de méthyle : cf. exposé de M. VAILLANT, de bonne efficacité générale, mais posant la question des résidus de Brôme.

méthylisothiocyanate : obtenu dans le sol par décomposition du métham sodium appliqué en arrosage, ou dissous dans le DD et appliqué en injection. De bonne efficacité générale, mais très volatil et vite disparu du sol.

Formol : le seul bactéricide, mais aussi de bonne efficacité générale à condition d'utiliser une forte dose.

La coutte expérience antillaise que nous possédons avec quelques uns de ces produits nous montre qu'à des températures moyennes de 23-25°, il est illusoire de les appliquer sans couverture plastique maintenue 4 à 5 jours après traitement.

On choisira dans la pratique, soit le bromure de méthyle, appliqué par un personnel agréé, soit le Metam sodium, (éventuellement additionné de formol) appliqué sur sol bien ressuyé dans un fort volume d'eau (20l/m^2) en recouvrant le sol de plastique aussitôt après application.

La main d'oeuvre nécessaire, le prix du plastique et des produits cantonne pour le moment ce type d'application aux couches à semis. Du point de vue expérimental, elles serviront à évoluer le degré de fatigue des sols.

2°) Effets des apports minéraux sur la fatigue du sol

Ces effets concernent avant tout deux parasites : Pseudomonas solanacearum, dont la virulence peut être diminuée par des apports de chaux, et sclerotium rolfsii, dont la croissance mycélienne dans le sol est inhibée par la présence de nitrates. Une fumure azotée fractionnée maintiendra toujours à la surface du sol une teneur en nitrates suffisante pour éviter son développement au collet des plantes.

3°) Apports de matière organique venant de l'extérieur

Cet apport ne peut être constitué par du fumier que dans des cas exceptionnels aux Antilles, où le bétail couche dehors en général. Diverses solutions de remplacement peuvent être envisagées :

L'écume de sucrerie est un excellent produit combinant chaux, azote organique et résidus de parois cellulaires. De plus en plus cependant les planteurs de canne demandent le retour des écumes sur leurs parcelles. On peut cependant se demander s'il ne vaudrait pas mieux que ces écumes soient vendues aux horticulteurs. En effet la canne est, de toutes les cultures antillaises celle qui a le moins besoin d'amendements organiques. Capable de s'implanter sur des sous-sols mis à nu ou aucune autre culture ne réussirait, et peut profiter de fumures exclusivement minérales qui pourraient être achetées avec le produit de la vente des écumes !

Les terreaux et composts, obtenus en faisant fermenter des couches alternées de terre et de matières végétales fraîches durant 6 mois ou plus (terreaux), ou en réalisant une fermentation rapide en 2 à 3 mois d'une masse végétale à l'état pur avec adjonction de sulfate d'ammoniaque (composts). De telles préparations ont été obtenues par Mr RECEVEUR à Duclos, et utilisées avec succès.

La Bagasse de sucrerie ou de distillerie est un matériau constitué presqu'uniquement de cellulose et de ligurine, et d'un peu de sucre, auquel il faut ajouter acide phosphorique et azote pour obtenir une fermentation active (40 kgs de 12.12.24 pour une tonne de bagasse mouillée de son poids d'eau). Nous étudions actuellement la possibilité d'obtenir un fumier artificiel à partir de bagasse.

Toute autre suggestion serait la bienvenue pour obtenir des produits pouvant remplacer le fumier.

b) Moyens naturels permettant à l'exploitation d'éviter la fatigue et l'appauvrissement du sol sans faire appel à des apports extérieurs de pesticides ou de matière organique.

1°) N'oublions pas tout d'abord les progrès liés à l'Amélioration des plantes.

la mise à la disposition des cultivateurs de variétés de Tomates et d'Aubergines tolérantes au Flétrissement bactérien réduira probablement les dégats de cette maladie aux cas de monoculture dans les terrains les moins pourvus en Calcium. La mise à la disposition prochaine de variétés de Tomate et de Haricots rames résistants aux nématodes à galles permettra probablement de ralentir l'envahissement des terrains maraîchers par ces dangereux parasites des racines.

En ce qui concerne les parasites non spécifiques, comme Pythium spp. et sclerotium rolfsii qui sont avant tout des parasites de faiblesse, il est certain que la culture de variétés sélectionnées sur place, donc plus rustiques et plus vigoureuses dans les conditions locales diminuera leurs dégats : A condition que les sélectionneurs trient leurs générations en voie de sélection dans des conditions vraiment sélectives c'est-à dire en ne cajolant pas trop les plantes, et en les plaçant en terrain fatigué. Signalons par exemple parmi les variétés de tomate résistantes au flétrissement bactérien la sensibilité de SATURN et VENUS (obtenues en Caroline du Nord) à la pourriture du collet par les Pythium, alors que les lignées sélectionnées par F. KAAN en Guadeloupe n'ont pas cet inconvénient.

2°) Introduction d'une phase de " repos du sol" dans la rotation, contribuant également à fournir la matière organique.

Des expériences réalisées à Puerto Rico sur bananiers "Maricongo" ont montré que la plantation en Pangola pendant moins d'un an de parcelles destinées à être replantées en Bananiers faisait disparaître les nématodes nuisibles. Nos premières investigations sur les Pythium du sol ont également montré que les parcelles de Pangola sont celles qui sont les moins riches en Pythium nuisibles aux cultures maraîchères.

D'où l'idée de proposer au candidat maraicher de démarrer sur 12 000 m^2, par exemple, au lieu de 8 000, et, dès la seconde année, de consacrer le 1/3 de son exploitation à une culture susceptible de faire régresser la contamination du sol par les agents de fatigue, et de fournir par la même occasion l'amendement organique. Il est en fait difficile de conseiller de planter du Pangola pour un an seulement.

Parmi les solutions qu'on peut envisager, citons :

Le Stylosanthes, légumineuse capable de fournir un excellent compost, et assimilant à partir de l'air de l'azote "gratuit".

Mais, parmi les 2 auteurs le pathologiste redoute la sensibilité d'une telle légumineuse à divers agents de "fatigue" (Pythium, Rhizoctone, Sclerotium rolfsii, nématodes divers).

Les hybrides fourragers de sorgho

Le Sudan grass avait été essayé aux débuts de l'IRAT en Martinique. Les hybrides actuels ont l'intérêt de produire peu de graines, et de ne pas constituer une mauvaise herbe envahissante. Une telle plantation de sorgho, avec l'aide d'un herbicide aussi peu rémanent que possible pourrait, pendant une période de 6 mois à 1 an faire régresser les mauvaises herbes maraichères, et fournir (racines comprises) une masse de 20 à 40 t de matière sèche, que l'on pourrait envisager d'utiliser de 3 façons différentes :

- faucher le sorgho sur place tous les 30 à 50 jours
- faucher et utiliser l'herbe produite pour fabriquer un compost.
- faucher et utiliser l'herbe produite pour nourrir des animaux restituant un fumier.

La troisième solution est évidemment la plus " écologique", mais pour la simplicité de l'expérimentation, et sur les conseils de M. RECEVEUR, c'est la première que nous avons choisi d'expérimenter à petite échelle.

Nos expériences dans tous ces domaines sont seulement à leur début. Un certain nombre d'années étant nécessaires pour obtenir un résultat (contrairement aux essais de désinfection du sol) nous serions heureux de voir d'autres organismes à la recherche de sujets d'expérience choisir celui-là parallèlement à nous.

GROUPE DE TRAVAIL

" PLANTES MARAICHERES "

Deuxième réunion consacrée à

L'APPAUVRISSEMENT et à la FATIGUE DES SOLS

24 Mai 1973

Cette réunion, faisant suite à celle qui avait suscité une action concertée sur ce sujet entre les stations d'Agronomie, de Pathologie végétale et de Zoologie a tout d'abord été consacrée aux compte-rendus d'essais terminés ou en cours.

I - CLAIRON et DUMAS.

effet d'amendements organiques en culture maraichère.

Sur cet essai, comportant une parcelle par traitement ont été apportés :

- une fumure minérale uniforme 450-300-450 (P apporté avant plantation, N et K en cours de végétation

- et divers amendements organiques ou calciques suivant les parcelles :

Fumier de chèvre	30 t/ha	
Compost de Stylosanthes*	80 t/ha	* Obtenu par
Ecume de sucrerie	20 t/ha	fermentation de
Bagasse de distillerie	40 t/ha	couches alternées
Carbonate de Calcium (poudre très fine)	4 t/ha	de Stylosanthes coupé en vert et
Tuf calcaire grossièrement broyé	8 t/ha	de terre.

Le terrain choisi, de nature ferralitique, neuf pour les cultures maraichères et pauvre en matière organique était situé dans la plaine centrale du domaine Duclos.

Les parcelles de 50 m^2 ont été divisées en deux sous parcelles, l'une plantée en Tomates (hybride F_1 2.5.7. x Louisiana 161-2 56 plantes /20 m^2) l'autre en Aubergine (var locale " Calebasse" 42 plantes/ 30 m^2.

L'hybride F_1 de Tomate choisi était résistant aux nématodes à galles, moyennement tolérant au flétrissement bactérien. La variété d'Aubergine locale est tolérante au flétrissement bactérien et résistante à l'anthracnose des fruits.

Une protection phytosanitaire normale a été assurée, et aucune attaque grave de maladies ou d'insectes n'a troublé la végétation. De légers dégats d'herbicide de type " 2. 4. D. " ont été observés en début de végétation (rémanence de l'herbicide Canne, ou contamination d'un pulvérisateur ?) puis ont disparu par la suite.

La récolte d'Aubergines et de Tomates terminée, les parcelles sont actuellement plantées en haricots, auxquels succédera la Patate douce.

Les résultats de pesées de récolte sont les suivants :

(Tableau 1 - voir également courbes fig. 1 et 2.)

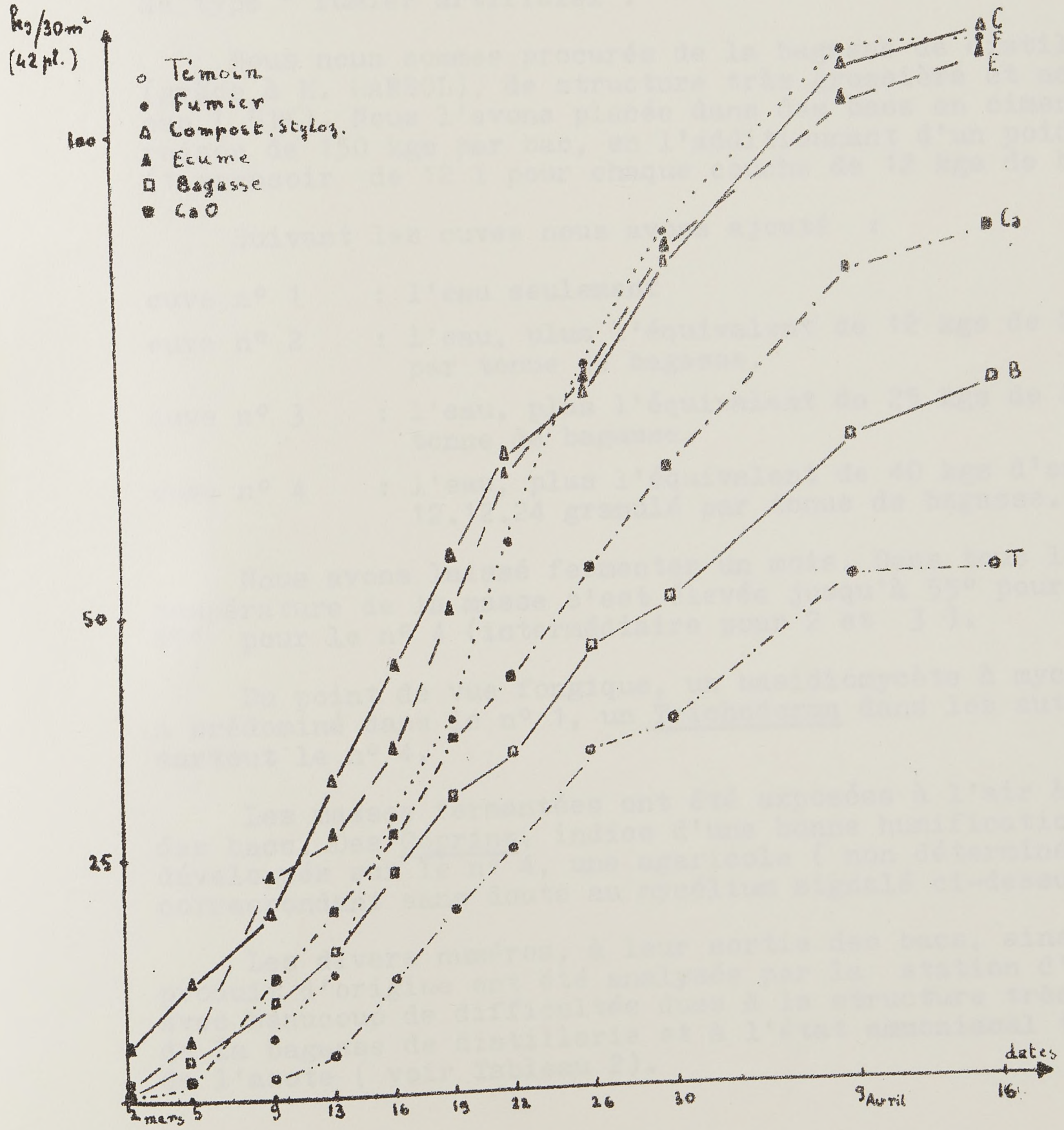
	Aubergines (2mars au 16 Avril)		Tomates (15 Février au 6 Avril	
	kgs/plante	t/ha	kgs/plante	t/ha
Témoin sans amendement	1,292	18,1	1,592	41,4
Fumier	2,618	36,6	2,464	64,1
Compost de Stylosanthes	2,634	36,8	2,361	61,4
Ecume de sucrerie	2,548	35,6	2,349	61,1
Bagasse	1,724	24,1	1,616	48,3
Coz Ca	2,130	29,8	1,857	44,7
Tuf calcaire	1,551	21,7	1,719	42,0

Les résultats de cet essai sont très encourageants, mais difficiles à expliquer de façon complète. On ne sait pas exactement en effet si les gains de récolte obtenus avec Fumier, Compost, Ecume sont dus aux effets spécifiques de la matière organique ou aux éléments fertilisants qu'elle contient. Le calcium exerce une action positive, quoique moindre. La bagasse n'exerce pas l'effet dépressif qu'on aurait pu attendre, étant données sa richesse en glucides et sa teneur pratiquement nulle en azote.

Kg/20 m² (56 pl.)
Tomates : Rendements cumulés.
Témoin
Fumier
Compost
Ecume
Bagasse
CaO.
F
C
E
Ca
B
T
125
100
75
50
25
7e
14e
30e
45e
51e
(6.IV)
60e
Jours Récolte

Fig. 1

FIG. 2 : Aubergines : Rendements Cumulés



II - MISE AU POINT DE LA FABRICATION D'UN AMENDEMENT ORGANIQUE A PARTIR DE BAGASSE

C.M. MESSIAEN & A. TORIBIO

Sous produit des sucreries et distilleries de canne à sucre, la bagasse reste complètement inutilisée dans le cas des distilleries. En sucrerie, quand la marche de l'usine est continue 4/5 environ des bagasses sont brulées dans les chaudières, 1/5 est inutilisé.

Sachant par les données bibliographiques que les bagasses sont très riches en cellulose et très pauvres en azote, nous avons cherché à provoquer dans de la bagasse humidifiée une fermentation de type " fumier artificiel".

Nous nous sommes procurés de la bagasse de distillerie (grâce à M. MARSOL), de structure très grossière et assez riche en eau (51%). Nous l'avons placée dans des bacs en ciment de 2 m^3 à raison de 150 kgs par bac, en l'additionnant d'un poids égal d'eau (1 arrosoir de 12 l pour chaque couche de 12 kgs de bagasse).

Suivant les cuves nous avons ajouté :

cuve n° 1 : l'eau seulement

cuve n° 2 : l'eau, plus l'équivalent de 12 kgs de $SO4(NH4)_2$ par tonne de bagasse.

cuve n° 3 : l'eau, plus l'équivalent de 25 kgs de $SO_4(NH_4)_2$ par tonne de bagasse.

cuve n° 4 : l'eau, plus l'équivalent de 40 kgs d'engrais 12.12.24 granulé par tonne de bagasse.

Nous avons laissé fermenter un mois. Dans tous les cas la température de la masse s'est élevée jusqu'à 55° pour le n° 1, 65° pour le n° 4 (intermédiaire pour 2 et 3).

Du point de vue fongique, un basidiomycète à mycélium blanc a prédominé dans le n° 1, un Trichoderma dans les autres bacs, surtout le n° 4.

Les masses fermentées ont été exposées à l'air à la sortie des bacs. Des Coprins, indice d'une bonne humification se sont développés sur le n° 4, une agaricole (non déterminée) sur le n°1, correspondant sans doute au mycélium signalé ci-dessus.

Les divers numéros, à leur sortie des bacs, ainsi que le produit d'origine ont été analysés par la station d'Agronomie avec beaucoup de difficultés dues à la structure très grossière de la bagasse de distillerie et à l'état ammoniacal très volatil de l'azote (voir Tableau 2).

TABLEAU 2

	% matière sèche	‰ N	‰ P	‰ K
bagasse d'origine	49*	1,00*	0,16*	1,14 *
n° 1	18*	0,37**	0,06**	0,42**
n° 2	19*	1,48*	0,06*	0,44 **
n°3	21*	2,76*	0,07**	0,49 **
n°4	20*	2,01*	2,40**	5,20**

* Chiffres résultant de dosages réalisés par Mme SOBESKY (Station d'Agronomie du CRAAG).

** Chiffres résultant d'estimations, en admettant que les pertes sont négligeables.

Etant donné qu'il y a eu très probablement des pertes d'azote à l'analyse, on peut être sûr que les n°s 3 et 4 titraient au minimum 2,5 kgs d'azote par tonne de produit humide.

D'après le " Guide pratique des engrais et de la fertilisation" (A. GROS-édition 1962) les fumiers de ferme français titrent de 3 à 6 kgs d'azote/ tonne.

Afin d'avoir une première idée des effets éventuels sur la végétation de la bagasse diversement décomposée, un petit essai en pots de 18 comportant 3 répétitions a été installé en serre les amendements étant incorporés à une terre très pauvre de type ferralitique (prélevée sur les talus érodés de la Route de la Traversée) à raison de 10 % en poids.

On a planté dans les pots soit 3 plants d'Amarante-épinard (variété dahoméenne " Fotete") soit un plant de Tomate CRA66.

Le tableau 3 exprime les résultats en poids totaux pour 9 plants d'Epinard ou 3 plants de Tomate, au bout de 20 jours de végétation. On a également tenté de noter l'intensité des " chloroses" (carences en azote et en potasse combinées,probablement).

TABLEAU 3

	Epinard - Amarante			Tomate		
	Poids en g.		Chlorose	Poids en g.		Chlorose
Témoin non amendé	6,5	b	++	14,3	b	++
Compost de Stylosanthes	7,9	b	+	17,7	b	-
Fumier de chèvre	19,5	b	-	19,7	b	-
Bagasse état d'origine	6,5	b	+++	11,9	b	+++
Bagasse exposée aux intempéries	7,1	b	+++	13,7	b	+++
Bagasse fermentée n°1	8,1	b	+++	16,4	b	+++
n°2	11,1	b	+	20,4	b	+
n°3	13,2	b	+	21,8	b	-
n°4	50,1	a	-	39,6	a	-

L'apport direct de 5 g de 12.12.24 par pot nous donnait (hors essai) une récolte de 70 g pour l'Amarante-épinard, 36,3 g pour la Tomate (en admettant qu'il n'y ait eu aucune perte, ni de matière sèche, ni d'azote, on aurait apporté avec la bagasse fermentée n° 4 3,33 g de 12.12.24 par pot).

Nous nous retrouvons donc devant la même ambiguïté que dans le cas des essais de M. CLAIRON : notre produit n° 4 est sans conteste capable d'exercer une influence très favorable sur la croissance des plantes, mais est-ce du à une influence particulière de la matière organique, ou aux éléments minéraux qu'il contient ?

Nous pouvons donc affirmer qu'on peut réaliser avec de la bagasse un bon amendement organique, à condition de l'enrichir non seulement en azote, mais également en acide phosphorique avant fermentation.

Mais avant de conseiller la fabrication et l'utilisation d'un tel produit à grande échelle, nous devons attendre des résultats d'expérience permettant d'affirmer de façon plus sûre l'utilité de la matière organique en culture maraîchère tropicale.

Une deuxième fabrication a été entreprise, à partir de bagasse de distillerie, beaucoup plus fine et plus sèche au départ, et servira à de nouvelles analyses, et de nouveaux essais sur plantes en pot et au champ.

III - ESSAIS DE DESINFECTION DU SOL.

- analyse de flore fongique du sol : P. RICCI
- analyses nématologiques : A. KERMAREC & A. ANAIS
- notations de flétrissement bactérien : M. BERAMIS
- Comptages et déterminations de mauvaises herbes, calcul statistiques: J. FOURNET
- mise en place des essais, plantations récoltes : A. BEYRIES, C.M. MESSIAEN et ANAIS A.

(Stations de Pathologie végétale et de Zoologie agricole du CRAAG.)

Deux essais ont été mis en place l'un à Matouba chez M. RAMASAMI Arnold, l'autre à Duclos sur la parcelle expérimentale de la station de Pathologie végétale.

Les deux stations ont contribué à tirer le plus de renseignements possible de ces deux essais en réalisant :

- des isolements de " flore fongique totale " (par la méthode des dilutions, sur milieu usuel) et des isolements spécifiques de Pythium, par une méthode mise au point par P. RICCI.

Ces isolements in vitro ont été complétés par un semis direct de haricots Contender en pots de 10 cm dans l'échantillon de terre prélevé au champ, à l'ombre et en chambre humide : les plantules étiolées obtenues dans ces donditions sont très sensibles aux attaques de Pythium (tout au moins ceux qui sont doués de virulence sur haricot).

- des comptages de nématodes libres dans les échantillons de terre, complétés dans certains cas par un examen des racines des plantes mises en place dans les parcelles expérimentales.

- Pour l'essai de Duclos, des pesées de récoltes et des notations de flétrissement bactérien dans le cas de la Tomate.

Résultats obtenus à Matouba

Des parcelles de 6 m^2 ont été soit désinfectées au DD (30 cm^3/m^2), ou au Vapam 40% (100 cm^3/m^2), le 21 Nov 1972, soit conservées comme témoins. Chaque traitement comportait 6 parcelles dont 3 ont été plantées en tomate et 3 en choux le 13 Décembre (plants produits à Duclos en terre stérilisée).

La désinfection ayant eu lieu sous une pluie fine, au cours d'une longue période pluvieuse il n'a pas été possible de faire absorber au sol les 20 litres d'eau/m^2 nécessaires à une bonne application du Vapam : seulement 6 l/m^2 ont pu être absorbés. La désinfection au DD a elle aussi sans doute été génée par l'humidité du sol.

Des prélèvements de terre ont été réalisés le 21 Novembre (avant désinfection) le 13 Décembre (plantation) et le 26 Février en fin de culture.

Le Tableau 4 résume les résultats " champignons du sol"

TABLEAU 4

Analyse :	Avant traitem.	Avant plantation				En fin de culture			
Date :	21.11.72	13.12.72				26.02.73			
Traitement		TEMOIN	DD	VAPAM		TEMOIN	DD	VAPAM	
Profondr. prélèvt.	5-15cm	5-15cm	5-15cm	15 cm	5 cm	5-15cm	5-15cm	15cm	5cm
densité PYTHIUM spores/g terre sèche	230	186	384	23	0 (8)	81	138	31	16
MYCOFLORE TOTALE sp./mg terre sèche	83	34	50	4,7	1,2	65	47	40	59
Importance relative des PYTHIUM ‰	2,8	4,1	7,7	4,9	/	1,2	2,9	0,8	0,3
% mortalité contender	77	58	85	46	12	37	49	22	36
"nb d'infect." (BAKER)	1,47	0,87	1,90	0,62	0,13	0,46	0,67	0,25	0,45

Observations : Le traitement DD a eu peu d'effet sur la mycoflore totale ; il a accru significativement la densité en Pyhtium et cet effet s'est maintenu.

Le Vapam réduit fortement mycoflore totale et Pythium, davantage en surface qu'en profondeur ; la recolonisation par le Pythium est plus lente que par l'ensemble de la mycoflore.

L'intensité de la maladie suit les fluctuations de la densité en Pythium dans TEMOIN en DD (traité peu ou pas perturbateurs). Avec Vapam, l'intensité maladie est supérieure à ce que laissait prévoir la densité en Pythium (action sélective sur les différents pathotypes, action défavorable sur les antagonistes en compétiteurs ?).

Du point de vue nématologique, le témoin non traité a vu sa densité en nématodes décroître de la même manière que les parcelles désinfectées. Ceci est probablement lié aux façons culturales de préplantation et au terrain nu. Toutefois, dès t o + 50 jours, la population des témoins a repris un niveau normal alors que les parcelles traitées sont restées jusqu'à t o + 100 à un niveau significativement plus bas. La culture de Tomate a hébergé une nématofanne phytophage (dominée par Helicotylenchus dihyptera) plus importante que le chou. En ce qui concerne les Meloidogyne incognita, les choux ne portaient pas de galles racinaires alors que les tomates ont donné les résultats suivants (to + 55 v. tableau 5)

TABLEAU 5

	Nombre de femelles par g de racine	indice de galle moyen
Témoin	2	1
DD	3	1
Vapam	3	1

L'indice écologique de structure des populations P% (taux de phytophages dans la nématofanne totale) a été à to + 80 (v. tableau 6)

TABLEAU 6

	P %	
	Tomate	Chou
Témoin	75	59
DD	66	15
VAPAM	29	4

Récoltes

L'éloignement de Matouba par rapport à Duclos n'a pas permis de venir faire des pesées de récolte. M. RAMASAMI Arnold a récolté et pesé lui-même :

45 kgs de choux sur les parcelles Vapam
40 kgs " " DD
35 kgs " " Témoin.

En ce qui concerne les tomates, nous avons mesuré la hauteur moyenne des plantes et compté les fruits du 1er et 2e bouquet le 31 janvier (tableau 7)

TABLEAU 7

	Hauteur des plantes	Nombre de fruits/ plante
Vapam	72 cm	4,5
D D	65 cm	4,8
Témoin	55 cm	4,0

Il n'a pas été possible de faire de pesée de récolte. Aucun signe de flétrissement bactérien n'a été observé sur Tomate dans cet essai (la maladie est absente de la région de Matouba).

2°) Duclos.

Le terrain utilisé avait précédemment porté Tomates puis Aubergines. Les parcelles, de 3m50 x 1m50 ont reçu les traitements suivants (6 parcelles par traitement- disposition en carré latin) le 20 Février :

1- Vapam 100 cm^3/m^2 dans 22 l d'eau - couvert de plastique après traitement pendant une semaine.
2- idem, non couvert après traitement.
3- Formol à 35% 400 cm^3/m^2 dans 22 l d'eau - couvert comme le n° 1
4- DD, 27 cm^3/m^2, couvert de plastique comme le n° 1.
5- Chaux de sucrerie 600 g/m^2, incorporé par un béchage à 20 cm.
6- Témoin non traité.

Le 20 Mars ont été plantés sur chaque parcelle :

- 6 plants de Tomate Floradel sensibles au Flétrissement bactérien
- 6 plants de Tomate hybrides F_1 620.4 x Floradel modérément résistants au Flétrissement bactérien.
- 16 plants de laitue Sucrine.
- et semé 2 lignes de Baselle éclaircies en suite à 20 plantes en tout.

TABLEAU 8

Essai désinfection DUCLOS

Analysé : date :	Préliminaire 6.11.72	avant trait. 19.2.73		Avant plantation 19.3.73				
Traitement profondr. prélèvt.	- 5-10 cm	- 5-10 cm	Témoin 5-10 cm	Chaux 5-10 cm	DD couvert 5-10cm	Vapam couvert 5-10 cm	Vapam non couvert 5- 10 cm	Formol couvert 5-10 cm
densité PYTHIUM spores/g terre sèche	12	31	24	26	10	0,4	0 (8)	0,8
Mycoflore tot. spores/mg terre sèche	11	30	32	18	22	5,6	15	9
importance relative des Pythium ‰	1,1	1,0	0,8	1,4	0,4	0,07	/	0,08
% Mortalité Contender	46	93	100	77	87	14	72	43
"nb d'infections" (BAKER)	0,62	2,66	3,32	1,47	2,04	0,15	1,27	0,56
pH du sol			5,7	7,2	6,2	6,0	6,0	6,5

3 groupes significativement différents du point de vue densité PYTHIUM — I II III

L'intensité de la maladie ne suit pas tout à fait les différences de densité PYTHIUM en particulier dans le cas " Vapam non couvert"

Résultats champignons du sol.

Le tableau 8 résume les résultats.

Résultats Nématodes

Le témoin fut stable dans cet essai. Les résultats détaillés sont donnés dans les tableaux suivants :

TABLEAU 9

Evolution population totale (N°/wogsol).
to = la veille du traitement.

	Témoin	DD	Vapam couvert	Vapam non couvert	Formol	Chaux	
to	183	266	137	145	195	175	
to + 30	175	16	29	12	25	45	
to + 60	208	41	84	37	133	183	

TABLEAU 10

Evolution phytophage totaux

	Témoin	DD	Vapam couvert	Vapam non couvert	Formol	Chaux	
to	100	145	66	70	116	83	
to+ 30	116	12	4	4	8	25	
to+ 60	129	8	8	4	12	116	

TABLEAU 11

Evolution P %

to	84	40	52	47	59	47	
to + 30	66	75	13	33	32	55	
to + 60	50	8	70	16	2	42	

TABLEAU 12

Evolution Meloidogyne incognita

to-	8	8	4	4	4	8	
to+30	12	0	0	0	0	0	
to+60	16	4	4	0	0	8	

TABLEAU 13

Evolution Rotylenchulus reniformis

	Témoin	DD	Vapam couvert	Vapam non couvert	Formol	Chaux
to +	58	58	20	29	54	29
to + 30	33	8	0	0	0	0
to + 60	70	0	0	0	0	95

TABLEAU 14

Evolution Helicotylenchus dihyptera

to	29	79	37	37	54	58
to+30	45	0	4	0	4	26
to+60	33	0	4	0	4	12

En ce qui concerne les racines de laitues analysées à l'arrachage, 35 jours après plantation.

TABLEAU 15

	N° plants gallés	indice moyen de galles	N° femelles Rotylenchus/ g
Témoin, Chaux, Formol	34/288	2	1,3
DD, Vapam cv, Vapam ncv	9/288	0,7	0,5

Les plants de Baselle, examinés 75 jours après plantation ont donné des résultats analogues :

Vapam couvert : 1 plante avec galles /60
Vapam non couvert : 0/60
Formol 5/60
DD 0/60
Chaux 4/60
Témoin 7/60

L'infestation du terrain par les Meloidogyne était donc peu importante au départ.

TABLEAU 16

	Pourpier Portulaca Cleracea	Amarantes Amaran	Alternan-thera sessilis	Poinsettia heterophyl-la	Graminées	Cyperus Rotundus	Phyllan-thus spp.	Mimosa spp.	cleone ciliata	divers	Total
Témoin	427	73	51	12 è	46	87	7	5	12	6	726
Chaux	447	137	113	11	43	75	3	4	11	2	846
D D	507	81	15	2	43	58	7	4	3	4	724
Formol	24	21	24	6	12	33	0	2	2	1	125
Vapam NC	365	60	14	1	16	21	2	3	3	8	493
Vapam couvert	1	1	0	0	0	18	0	1	0	7	28

Ces chiffres expriment le nombre de plantes pour chaque espèce, pour une surface totale de 32 m2

Effet sur les mauvaises herbes.

Le tableau 16 résume les comptages de mauvaises herbes effectués par J. FOURNET le 4 Avril après un premier désherbag manuel (qui n'avait été nécessaire que pour les parcelles "Témoin", "DD" et " Chaux") réalisé avant plantation.

Les calculs statistiques donnent les classements suivants pour les catégories les plus importantes (Tableau 17).

TABLEAU 17

	Pourpier	Graminées	Cyperus	Autres mauv. herbes	Total
Témoin	b	b	b	d	c
Chaux	b	b	b	e	c
DD	b	b	a	c	c
Formol	a	a	a	b	a
Vapam N.C	b	à	a	b	b
Vapam couvert	a	a	a	a	a

La meilleure efficacité est obtenue aves le Vapam + couverture plastique, elle n'est cependant que relative vis à vis du Cyperus.

Récoltes :

Le tableau 18 résume les résultats :

	Salades (1)		Baselle (2)		Tomates (3)		Note moyenne FB sur Tomate (4)	
Témoin	184	c	2976	b	602		1,45	a
Chaux	170	c	3096	b	764		0,40	b
DD	199	b	3486	b	528		1,65	a
Formol	234	a	4625	a	551		1,54	a
Vapam NC	216	a	3875	b	591		1,52	a
Vapam C	223	a	4361	a	549		2,12	a

(1) récoltes de salades en 4 fois du 16 au 24 Avril : poids moyen d'une salade (voir également courbes fig. 2)

(2) récolte de Baselles le 14 Mai : poids de 20 plantes

(3) récoltes de Tomates du 3 au 29 Mai : grammes de Tomates par plante hybride F_1 (les Floradel sont toutes mortes de F.B dans tous les traitements et n'ont rien produit)

(4) notes de F.B de 0 à 4 (plante saine plante morte) (notation du 9 Mars sur les hybrides F_1 voir également courbes fig. 3).

FIG. 2 : Evolution du poids moyen des salades de la 1ère à la 4è récolte (essai de desinfection du sol de Ducos)

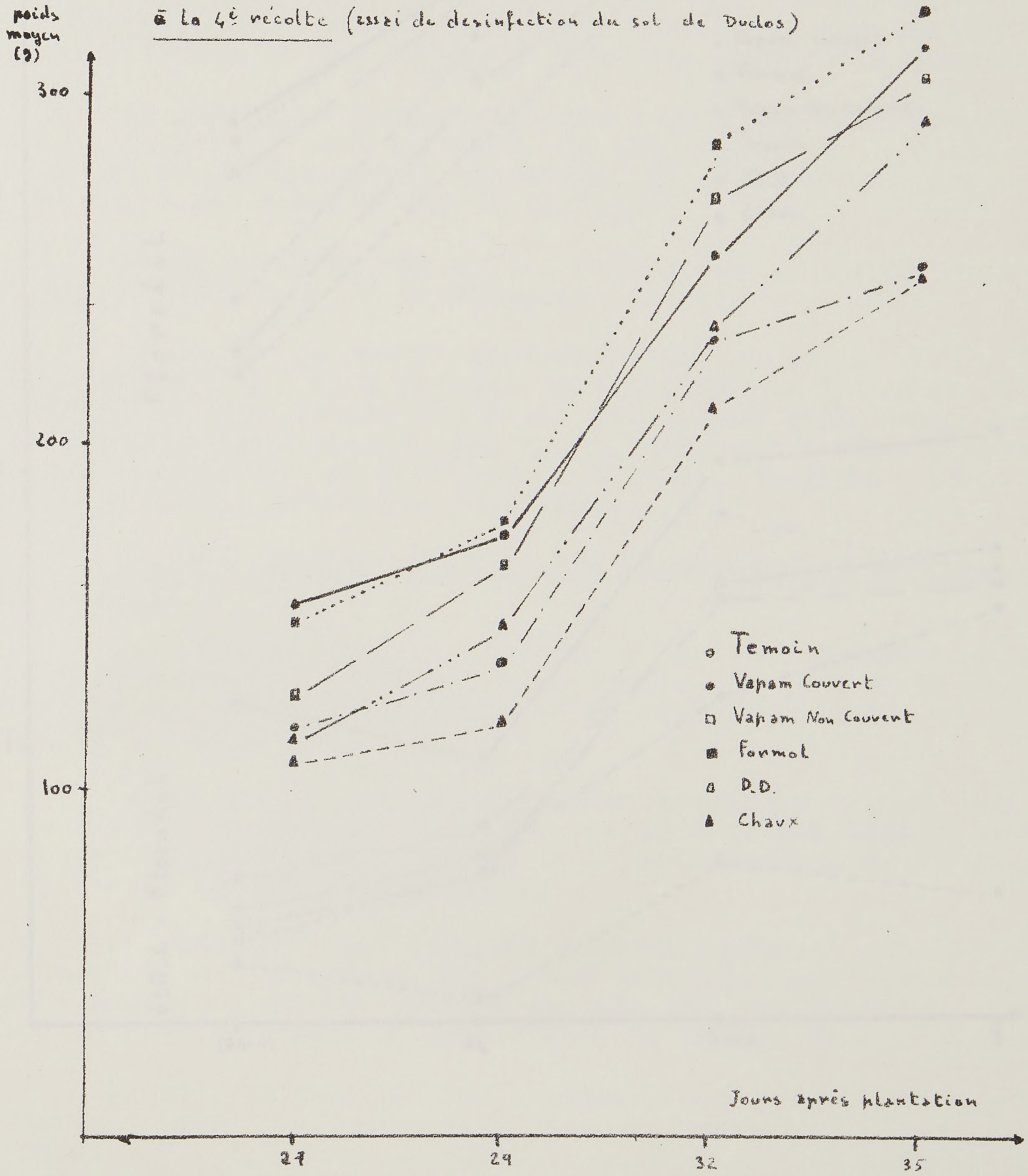
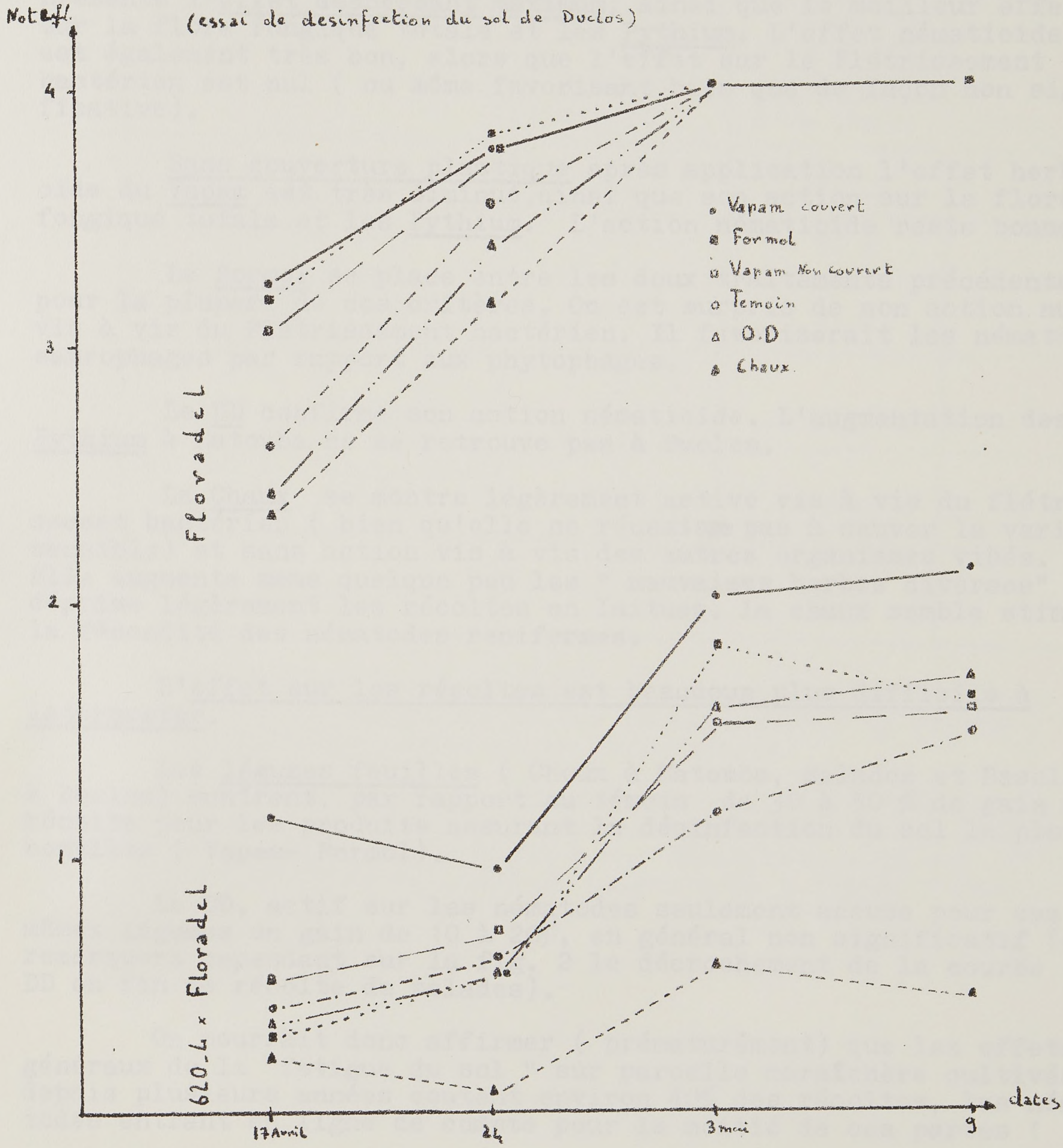


Fig. 3 : Evolution des notes de flétrissement bactérien sur tomate

(essai de desinfection du sol de Duclos)



DISCUSSION GENERALE DES ESSAIS DE DESINFECTION DU SOL.

L'application de Vapam avec couverture plastique du sol présente l'effet desherbant maximum, ainsi que le meilleur effet sur la flore fongique totale et les Pythium. L'effet nématicide est également très bon, alors que l'effet sur le Flétrissement bactérien est nul (ou même favorisant bien que de façon non significative).

Sans couverture plastique après application l'effet herbicide du Vapam est très diminué,ainsi que son action sur la flore fongique totale et les Pythium. L'action nématicide reste bonne.

Le Formol se place entre les deux traitements précédents pour la plupart de ces critères. On est surpris de son action nulle vis à vis du Flétrissement bactérien. Il favoriserait les nématodes saprophages par rapport aux phytophages.

Le DD confirme son action nématicide. L'augmentation des Pythium à Matouba ne se retrouve pas à Duclos.

La Chaux se montre légèrement active vis à vis du flétrissement bactérien (bien qu'elle ne réussisse pas à sauver la variété sensible) et sans action vis à vis des autres organismes visés. Elle augmente meme quelque peu les " mauvaises herbes diverses" et déprime légèrement les récoltes en laitues. La chaux semble stimuler la fécondité des nématodes reniformes.

L'effet sur les récoltes est beaucoup plus difficile à interpréter.

Les légumes feuilles (Choux à Matouba, salades et Baselles à Duclos) montrent, par rapport au témoin de 30 à 50 % de gain de récolte pour les produits assurant la désinfection du sol la plus complète (Vapam- Formol).

Le DD, actif sur les nématodes seulement accuse pour ces mêmes légumes un gain de 10 à 20%, en général non significatif (on remarquera cependant sur la fig. 2 le décrochement de la courbe DD en fin de récolte de salades).

On pourrait donc affirmer (prématurément) que les effets généraux de la "fatigue du sol " sur parcelle maraîchère cultivée depuis plusieurs années coutent environ 40% des récoltes, les nématodes entrant en ligne de compte pour la moitié de ces pertes !

Il ne faut pas oublier cependant que les effets des fumigants comportent aussi une libération d'azote ammoniacal (cf. la remontée du pH de 5,7 à 6,5 pour le Formol) qui pourrait se montrer particulièrement favorable aux légumes feuilles... et dépressif sur Tomate, plante peu capable d'assimiler l'azote ammoniacal.

Chez cette dernière plante, le Flétrissement bactérien l'emporte nettement sur toute autre cause de fatigue du sol, comme le montrent les poids de récolte par plante obtenus dans un essai variétal adjacent à l'essai de désinfection de Duclos.

TABLEAU 19

		Récolte g/plante	Poids moyen d'un fruit	Note F.B
facteurs de résistance à l'état homozygote	CRA 66	1748	43 g	0,00
	CRA 620.4.B.14	1618	80 g	0,00
	F1 CRA 620.4 xCRA 420.3	1143	58 g	0,33
facteurs de résistance à l'état hétérozygote	CRA 620.4 x Floradel	560	61 g	1,62
	CRA 620.4 x Louisiana 161.2	315	74 g	2,29
variété sensible	Floradel	0	?	4,00

La récolte obtenue est, dans un terrain fatigué, en relation directe avec la résistance au F.B indépendamment du niveau d'amélioration pour la vigueur et la productivité.

Les résultats, malheureusement incomplets de Matouba montrent qu'en l'absence de F.B., la tomate peut réagir dans le même sens que Salades, Baselles ou choux à une désinfection du sol efficace vis à vis des nématodes (DD) ou polyvalente (Vapam, formol).

IV - PREMIERS RESULTATS DES ESSAIS DE PRECEDENTS CULTURAUX.

(Stations de Pathologie végétale et de Zoologie agricole du CRAAG).
(mêmes participants que pour les essais de désinfection du sol).

Ces essais mis en place dans la parcelle de la station de Pathologie végétale ont été réalisés dans des bacs en tôle carrés (2m x 2 m) ou rectangulaires (1m x 2), sans fond, la hauteur des parois étant de 90 cm, dont la moitié enterrée. Le but recherché était d'éviter les transports accidentels de terre d'une parcelle à l'autre tout en cultivant les plantes d'une façon normale.

Le premier essai mis en place en Août 1972 est encore en cours (durée prévue 12 à 13 mois). Il compare, sur 3 bacs par traitement l'effet des précédents :

Canne à sucre (bacs en tôle sans fond de $4m^2$)

Bananier (idem, 5 bananiers par bac)

Pangola (ou Digitaria decumbens, herbe fourragère, bacs de $4\ m^2$ également)

Solanum torvum (bacs de $2m^2$ - plante choisie comme exemple de Solanée résistante au Flétrissement bactérien.

Maraichage divers sans solanées (bacs de $2\ m^2$ ont été déjà cultivés Haricots, 2 fois, Salades puis Courgettes).

Sur un terrain ou des Tomates avaient été cultivées trois fois de suite en 1971-72. Il sera procédé en Août-Septembre 1973 à la récolte des Cannes et des régimes de Banane, à la dernière coupe de Pangola et à l'enfouissement homogène des résidus de culture pour chaque bac. On y plantera des Tomates pour évaluer l'effet des divers précédents sur le Flétrissement bactérien. Dès maintenant des échantillons de sol ont été analysés à plusieurs reprises pour leur contenu nématologique (Juillet et Octobre 1972, Janvier, Mars et Mai 1973). Les principales données de la dynamique des populations peuvent être résumées ainsi (Tableau 20).

TABLEAU 20

Dates	Pangola			Banane			Canne			Solanées résistantes			Haricots salades		
	7.72	1.73	5.73	7.72	1.73	5.73	7.72	1.73	5.73	7.72	1.73	5.73	7.72	1.73	5.73
Population totale	183	208	958	83	425	1275	258	441	483	450	541	1033	233	475	833
Phytophages	108	125	833	44	266	933	158	316	341	337	400	816	133	416	658
P%	89	60	87	53	63	73	61	71	71	75	74	79	57	88	79
Meloidogyne	-	41	-	-	33	66	-	50	25	-	8	-	-	16	25
Rotylenchulus	100	41	25	52	183	508	133	116	33	316	316	266	124	358	116
Pratylenchus	-	8	783	-	-	241	-	-	75	-	-	241	-	-	133
Helicotylenchus	8	33	25	-	141	100	25	150	208	21	75	300	8	41	366
Radopholus	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Le précédent " Banane" est celui qui se montre le plus favorable aux nématodes des cultures maraichères. Au contraire le précédent " Pangola" pour lequel on observe une prolifération de Pratylenchus (nuisibles aux graminées) voit diminuer de façon remarquable les nématodes nuisibles aux cultures maraichères. Les autres traitements sont intermédiaires.

Un deuxième essai a été réalisé sur un cycle plus court il comportait, avec 3 bacs de $2m^2$ par traitement les successions suivantes, sur un terrain ayant porté, comme pour l'essai précédent 3 cultures de Tomates en 1971-72 puis des haricots rames artificiellement infestés par les nématodes à galles.

	13.XI.72	1.II.73	23.III.73
1	Haricots-rame Potomac	Tomates CRA66 (6 plantes) et 620-4 (6 plantes par bac)	
2	Haricots-rame Kanoa Wonder	Tomates CRA nita 2.5.7 (12 plantes par bac)	
3	Hybride sorgho x Sudangrass, coupé, fourrage enlevé		
4	Hybride sorgho x Sudangrass, coupé, laissé sur place		

1) variétés de Haricot et de Tomate sensibles aux nématodes à galles. A l'arrachage on a observé 20% des plants de haricot porteurs de grosses galles, seulement 2 plants de Tomate sur 30. On a récolté 3,4 kgs/m^2 de haricots verts, 5,8 kgs de Tomates.

2) variétés résistantes aux Nématodes à galles. Aucune galle n'a été observée sur les racines. On a récolté 3,2 kgs/m^2 de haricots verts, 5,8 kgs de Tomates.

3) On a repiqué 18 touffes de Sorgho par bac. 6 coupes ont été réalisées de Nov.72 à Avril 73, donnant environ 7,5 kgs de fourrage/m^2. Le poids des collets et racines peut être évalué à 1kg/m^2.

4) Comme le n° 3, mais à chaque coupe le fourrage a été débité en petits morceaux au sécateur, et laissé sur place, pour simuler un gyrobroyage.

Après enfouissement des racines et collets de Tomate et de Sorgho pour les cas 1,2,3 de la totalité de la végétation et des résidus des coupes précédentes pour le n° 4 ont été plantées dans chaque bac :

Une ligne centrale de 6 plants de Tomates hybrides F_1 620-4 x Floradel agés de 30 jours, et 2 lignes latérales de Baselle (éclaircies à 40 plantes).

De la même façon que pour les essais de désinfection ont été réalisées des analyses de flore fongique totale, Pythium, mortalités sur plantules de haricot, et des observations nématologiques.

On peut également faire état des premières notations de Flétrissement bactérien sur Tomate 620.4 x Floradel.

Les analyses mycologiques sont groupées au tableau 22.

TABLEAU 22

Essai SORGHO : Analyses mycologiques

Analyse :	fin culture	fin culture	dernière coupe enfouie	dernière coupe
date	24.4.73	24.4.73	24.4.73	24.4.73
traitement Profondeur Prélèvement	tomates-haricots résistants aux nématodes à galles 5-10 cm	Tomates-haricots sensibles aux nématodes à galles 5-10 cm	Sorgho coupé laissé sur place 5-10 cm	Sorgho coupé vert enlevé 5- 10 cm
densité-Pythium spores/g terre sèche	28	22	21	11
Mycoflore totale spores/mg terre sèche	17	19	29	33
importance relative des Pythium ‰	1,7	1,1	0,7	0,33
% mortalité Contender	42	68	3	29
"nb d'infections" (BAKER)	0,54	1,14	0,03	0,34

D'une façon encore plus nette que dans le cas de l'essai de désinfection du sol Duclos apparaît un manque de corrélation entre le comptage " Pythium" et le % de mortalité sur Haricots. Du fait que le cas " sorgho enlevé" diminue le nombre de Pythium dans le sol, on peut supposer que ceux qui participent à la décomposition du vert de sorgho enfoui sont différents de ceux que l'on trouve normalement en sol maraîcher.

Les résultats nématologiques sont résumés au Tableau 23

TABLEAU 23

	Phytophages to +			Saprophages to +			P% to +			(to+160 (24-04-73)		
	60	120	160	60	120	160	60	120	160			
Haricots-tomates sensibles (1)	141	941	1341	50	330	460	74	71	73			
Haricots-tomates résistants (2)	83	716	1633	70	210	580	50	72	72			
Sorgho enlevé (3)	108	241	973	120	460	620	43	32	62			
Sorgho enfoui (4)	108	200	866	80	330	360	54	20	69			

	Meloidogyne incognito			Rotylenchulus reniformis			Helicotylenchus dihyptera			Pratylenchus zeoe		
to +	60	120	160	60	120	160	60	120	160	60	120	160
(1)	8	8	25	116	516	1150	8	125	133	0	58	33
(2)	0	8	100	66	525	1383	16	158	133	0	16	0
(3)	8	25	0	50	91	51	8	75	175	41	41	166
(4)	0	0	0	33	91	108	25	25	216	33	75	533

Le tableau 24 donne les premières indications sur les effets des traitements sur le flétrissement bactérien.

TABLEAU 24

Cas n°	précédent	moyennes des notes de F.B. de 0 à 4						Récoltes kg/m²
		17Mai	21Mai	28Mai	4Juin	11Juin	18Juin	
1	Haricots-Tomates sensibles aux Meloidogyne	1,14	1,83	2,74	3,00	2,53	2,72	0,34
2	Haricots-Tomates résistant aux Meloidogyne	1,98	2,55	3,11	3,05	3,00	3,11	0,06
3	Sorgho coupé, enlevé	0,05	0,33	0,72	1,06	1,00	1,76	1,00
4	Sorgho coupé, laissé sur place.	0,00	0,05	0,17	0,49	0,22	0,33	2,13

Les différences d'attaque de F.B. ainsi que de végétation des plantes sont spectaculaires. On peut se demander si ces différences sont dues à un effet positif du précédent sorgho, ou au contraire à un effet négatif de la culture Tomate sur Tomate ? la différence nette entre les n° 3 et 4 montre cependant que l'effet de l'enfouissement de matière végétale sorgho a très probablement un effet dépressif net sur la virulence de Pseudomonas solanacearum. Mais indépendemment de la note F.B. la végétation encore plus luxuriante sur les bacs n° 4 que sur les bacs n° 3 peut également être due au fait qu'il n'y a pas eu exportation d'éléments fertilisants dans le bac n° 4 par les récoltes, contrairement aux bacs 1, 2 et 3 (100 g de 12.12.24 ont été apportés au m^2 dans tous les bacs à 3 reprises : 13 XI 72, 1 II 73 et 23 III 73).

V- CONCLUSIONS GENERALES, DISCUSSIONS, PROJETS D'AVENIR

Malgré les résultats encourageants déjà obtenus, un certain nombre de questions fondamentales se posent encore, les expériences positives méritent d'être reprises pour vérification.

1°) Effets de la matière organique

Des essais devront être repris par la station d'Agronomie pour élucider de façon définitive la question de l'utilité à brève ou longue échéance de la matière organique en conditions tropicales. Pour cela le contenu des amendements apportés en N,P,K, Ca (au moins) devra être connu de façon précise et la fumure minérale ajustée en fonction de ce contenu, afin que les éléments minéraux apportés soient à égalité avec la fumure du témoin sans amendement organique.

Un tel essai, comportant au moins trois répétitions mais sur des parcelles pouvant être réduites à 20 m^2 devrait être repris à Duclos, mais également, si possible en Grande Terre sur un vertisol calcaire.

MM. MESSIAEN et TORIBIO souhaitent que dans de tels essais la bagasse brute soit comparée à de la bagasse fermentée selon leur procédé. La station de Zoologie propose de réaliser des analyses nématologiques sur ce type d'essai.

2°) Interprétation des gains de récolte observés par désinfection du sol.

Les effets sur les récoltes d'une désinfection du sol de portée soit générale (Vapam + Formol, par exemple) soit nématocide seulement (DD) devront être observés non seulement sur une seule culture, mais sur une succession de trois ou quatre plantes (salades, concombres, haricots, par exemple) avec analyses de flore fongique et de nématodes, comme précédemment,mais également de la teneur du sol en diverses formes d'azote (Station d'Agronomie) et de l'activité des groupements fonctionnels bactériens. Un tel essai, pour éviter les recontaminations et les mélanges accidentels devrait être réalisé en bacs de tôle (Station de Pathologie végétale)

3°) Poursuite des essais de précédents culturaux et d'engrais verts.

Nous attendons avec impatience le résultat de l'essai précédent Canne-Bananier-Pangola sur le flétrissement bactérien. Mais c'est l'étude approfondie des effets de l'engrais vert sorgho qui semble la plus séduisante pour l'avenir : reprise d'essais en bacs où le cas " jachère nue" ne serait pas oublié ! effet de l'opération non seulement sur le flétrissement bactérien (confirmation) mais également sur les autres maladies du sol (Pythium, sclerotium) et sur la croissance de diverses plantes (et non plus seulement Tomate). Il serait également intéressant de comparer les effets d'un engrais vert légumineuse, (prôné par la plupart des ouvrages) et d'un engrais vert sorgho.

Ce sujet mériterait la mise entrain d'un nombre assez grand de bacs de tôle, complétés par des essais en pot sous serre (Station de Pathologie végétale).

4°) Effet sur les nématodes à galles du remplacement de variétés sensibles par des variétés résistantes dans la rotation.

La station d'Amélioration des plantes a besoin de savoir si la présence de gènes de résistance aux Meloidogyne chez une variété de Tomate, Haricot, Pois savon, Melon etc... présente un intérêt seulement pour la culture considérée, ou profite également aux plantes sensibles de la rotation en faisant régresser le stock de nématodes. M. KERMAREC se montrant sceptique sur ce dernier point, l'intérêt d'une expérimentation apparaît.

5°) Projets plus lointains d'essais de synthèse.

On pourrait envisager des essais comparant cinq types d'exploitation maraîchère :

a) fumure uniquement minérale, plantes maraichères uniquement, pas de désinfection du sol.

b) idem, avec désinfection du sol tous les 12 mois

c) fumure minérale et amendements organiques, plantes maraichères uniquement, pas de désinfection du sol.

d) comme c, mais avec désinfection du sol tous les 12 mois.

e) sur un cycle de 24 mois, 19 mois de culture maraîchère, 5 mois d'engrais vert sorgho.

Des conclusions intéressantes pourraient sans doute être tirées la quatrième année, au bout de deux cycles de 24 mois (quatre désinfections du sol, ou deux engrais verts).

On pourrait concevoir là aussi des essais en bacs de tôle, préalablement contaminés par apport de galles découpées en petits morceaux et culture d'une cucurbitacée sensible, sur lesquels on pourrait envisager ensuite deux rotations parallèles :

Tomates MiMi - Haricots résistants - Fotete*

Tomates mimi - Haricots sensibles - Avounvo **

* épinard africain indemne de galles (Amaranthus hybridus)

** épinard africain très sensible (Celosia argentea)

avec analyses nématologiques en cours de culture, et plantation en fin de cycle d'une plante sensible.

La station d'Amélioration des plantes, intéressée au premier chef pourrait éventuellement prendre en charge la réalisation de cet essai.

6°) <u>Voeux généraux pour l'attribution de moyens et de crédits pour ces études.</u>

Les projets exposés ci-dessus, s'ils étaient tous réalisés pourraient peut-être excéder les possibilités matérielles réduites des stations concernées.

L'intérêt général du sujet " Fatigue et appauvrissement du sol", et la rapidité avec laquelle ce type d'étude peut être mené en Guadeloupe, avec une saison de végétation de 12 mois par an (imaginable seulement en serre chauffée en hiver et réfrigérée en été en conditions européennes) nous amène à souhaiter :

1°) que des contacts soient établis avec les agronomes, phytopathologistes et nématologistes s'intéressant au même sujet en métropole (le groupe de travail " Désinfection du sol" existe-t-il encore, quelles sont ses préoccupations actuelles.

2°) Que les stations expérimentales appartenant à d'autres organismes que l'INRA (station du Lareinty appartenant à l'IRAT-Martinique, station expérimentale pour l'irrigation du Sud de la Martinique à Ste Anne) acceptent de participer à des essais concernant amendements organiques et rotations.

3°) Que la direction de l'INRA envisage de consacrer au sujet étudié une " Action thématique programmée".

ETUDE DES RELATIONS ENTRE NATURE PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS DE GUADELOUPE ET INSTALLATION DE PSEUDOMONAS SOLANACEARUM

M. BERNIAC et M. BERAMIS
Station de Pathologie végétale
I.N.R.A. - Guadeloupe

Le flétrissement bactérien est une maledie économiquement très importante qui en milieu tropical intéresse en particulier les cultures de Tomates et Aubergines. L'agent responsable est une bactérie Pseudomonas solanacearum qui vit et agit au niveau du sol.

Il existe en Guadeloupe deux formations géologiques, sédimentaire. (Grande Terre) et volcanique (Basse-Terre). DIGAT et MESSIAEN ont mis en évidence la difficulté d'installation de la bactérie dans les sols calcaires (vertisols) de la Grande Terre.

En collaboration avec la station d'Agronomie, les facteurs responsables de la différence de réceptivité au flétrissement bactérien ont été recherchés par :

- Comparaison de la sensibilité au Ps. solanacearum de divers types de sols pédologiquement connus.

- amendements minéraux de sols réceptifs.

Des essais d'amendements calcaires de sols volcaniques, qui eux sont réceptifs ont été entrepris dans le but d'apporter une solution rapide et pratique pour lutter contre cette maladie.

I- METHODES

Une méthode d'inoculation de plants de Tomates a été mise au point. Les différents sols amendés ou naturels sont l'objet d'une mesure de pH à l'eau distillée. Ces terres à expérimenter sont mises en pots, inoculées avec une suspension de Ps. solanacearum virulents (environ un milliard de germes par pots de 2,500 kgs de terre). Au bout de 21 jours, des plants de Tomate âgés de 3 semaines, c'est à dire à un stade de grande sensibilité à la bactérie, y sont alors plantés et le degré de gravité de la maladie est estimé suivant une échelle de notation basée sur les symptômes observés :

0 : aucun symptôme.

0,5 : ébauches de racines sur la tige

0,5 : épinastie.
1 : épinastie et ébauches de racines
2 : flétrissement de la moitié des feuilles
3 : flétrissement complet
4 : mort.

Nous avons effectué dix répétitions. A chaque date de lecture, la note moyenne de flétrissement est retenue pour chaque essai.

II - RECHERCHE DU DEGRE DE RECEPTIVITE DES SOLS DE GUADELOUPE.

La sensibilité au flétrissement bactérien après introduction de Ps. solanacearum dans divers types de sols à caractères pédologiques connus est comparée. Ces sols diffèrent par leur origine volcanique ou calcaire, la nature de l'argile, kaolinite ou montmorillonite.

1°) Principales caractéristiques des sols expérimentés.

Les sols ayant servi à l'expérimentation sont les suivants

Sols de Basse-Terre

- sols de Duclos
- " " Longueteau
- " " mangrove de Petit-Bourg
- sable d'origine volcanique
- Vertisol de Vieux Habitants (Côte sous le Vent)
- Fond d'or 1 et 2

Sols de Grande Terre

- vertisol de Saint-François
- mangrove de Morne à l'eau
- sable d'origine calcaire.

Les sols volcaniques dits ferrallitiques (Duclos, Fond d'Or) de la Basse Terre sont à base d'argile Kaolinite avec une importante proportion d'hydroxydes de fer, pauvres en éléments minéraux, ils ont en général un pH acide.

Les vertisols de Grande Terre sont formés sur roche mère calcaire, saturés en calcium et magnésium, on n'y trouve pratiquement pas de potassium et un peu de sodium ; ils sont généralement basiques. Le type d'argile dominant est la montmorillonite. Ces vertisols se développent dans les zones tropicales humides à saison sèche marquée. On les rencontre également dans la région de la Côte sous le Vent (Vieux Habitants) sur une roche mère volcanique.

Les sols de mangrove sont périodiquement inondables par les fortes marées. Les sables d'origine calcaire ou volcanique, sont débarassés de leur sel par lavage à l'eau pendant deux semaines avant utilisation. L'emploi de solution nutritive permet une bonne croissance des plants de Tomate.

2°) RESULTATS

Le Tableau n° 1 résume les résultats obtenus au cours des essais, essai I à la fin de la période pluvieuse et essai II à la fin de la saison sèche.

Les sols ferrallitiques (Duclos, Fond d'Or, Longueteau) sont très sensibles au flétrissement bactérien.

Dans les vertisols de Vieux Habitants, la maladie se développe la réceptivité est supérieure à celle d'un vertisol sur roche mère calcaire. En effet dans les vertisols de Saint-François aussi bien en plaine que sur les coteaux, la maladie ne se manifeste pas ou évolue très lentement.

Les sols volcaniques étant généralement acides et les vertisols basiques nous avons recherché le rôle du pH dans la réceptivité des sols.

En classant ces différents types de sols, en fonction de leur pH, tableau n° II et si on tient compte de la moyenne de flétrissement au 21e jour, nous constatons que le pH n'intervient pas seul puisque certains sols à pH 7 ont du flétrissement, d'autres à pH 7 n'en ont pas. Nous avons donc été amenés à étudier l'influence de l'amendement.

III - INFLUENCE DE L'AMENDEMENT DE SOLS VOLCANIQUES RECEPTIFS SUR LA GRAVITE DE LA MALADIE.

A - Nature de l'amendement :

Un sol de Duclos reçoit du carbonate de magnésium, du carbonate de sodium et du carbonate de calcium. Les doses apportées sont par pot de 2,500 kg de terre. Le pH est noté avant et après culture, ainsi que les moyennes de flétrissement pendant trois semaines. Dans le tableau n° III nous constatons que quelque soit l'amendement le pH a une valeur supérieure à 7. La valeur la plus élevé 8,3 s'obtient avec seulement 3 g de carbonate de magnésium.

Les amendements au magnésium et au sodium entraînent un retard dans l'évolution des symptômes, mais on aboutit à une note moyenne de flétrissement importante entre 3 et 4, bien que le pH ne soit pas abaissé de façon caractéristique, en fin de culture, le plus bas étant de 6,9 avec 2 g de carbonate de sodium.

E R R A T U M

Il y a une erreur de pagination à partir de la page 57. Les tableaux sont rassemblés à la fin du texte.

Les résultats intéressants ont été obtenus avec les amendements au carbonate de calcium, les symptômes se développent lentement et n'aboutissent pas à la mort de la plante.

B - Utilisation de divers types d'amendements calcaires à différentes doses :

Des doses croissantes de calcaire broyé, chaux magnésienne, chaux de sucrerie et chaux Prolabo sont mélangées à 2, 500 kg de terre de Duclos. Les trois types de chaux utilisés ont 30 à 50% de Ca O.

Résultats :

Le tableau n° IV nous résume les résultats obtenus.

Le pH de départ de la terre utilisée est de 6,4, c'est une terre de jardin. On note une forte augmentation de pH pour les chaux magnésienne, de sucrerie et Prolabo entre 7,5 et 8,5 en fonction des doses apportées, le calcaire broyé l'augmente très peu 7,3 pour 0,32 %.

En ce qui concerne les notes moyennes de flétrissement, les meilleurs résultats sont donnés par la chaux de sucrerie.

Le calcaire broyé, reste encore l'amendement le plus facilement utilisable par les agriculteurs, il réduit le flétrissement de 4 (Témoin) à 1,8 pour des doses de 0,33%. Ce résultat peut être rapidement exploitable. Des essais d'amendements avec ce calcaire sont en cours d'étude en Agronomie dans le cadre du programme " Fatigue des sols".

IV- DISCUSSION ET CONCLUSION

Les sols ferrallitiques acides de la Guadeloupe sont favorables à l'installation de Ps.solanacearum, les vertisols d'origine calcaire s'y opposent alors que ceux d'origine volcanique possèdent une certaine réceptivité.

En examinant le facteur pH, nous constatons qu'un pH élevé ne suffit pas à diminuer la réceptivité de certains sols. Le vertisol de Vieux Habitants à pH 7,2 et 7,3 a une note moyenne de flétrissement de 0,55 et 1,12.

L'amendement de sols réceptifs avec des sels de magnésium, sodium, calcium nous montre que la nature de l'ion intervient seul un pH élevé par le calcium est efficace. Le vertisol de Vieux habitants contenant une forte proportion de magnésium, mais n'étant pas calcaire, on pourrait penser que ce cation est responsable en grande partie de la valeur du pH, mais ne s'opposerait pas à l'installation du germe.

TABLEAU N°I DEGRE DE RECEPTIVITE DES SOLS DE GUADELOUPE

ESSAI I (Inoculation le 22/9 ; Plantation le 9/10)

Echantillons de sols	Moyenne de flétrissement le :							
	24/10	27	31	2/11	6	10	13	17
Duclos	0,5	1,55	2,16	2,22	2,44	2,77	2,88	3,33
Longueteau	0	0,55	0,94	2,68	2,77	2,83	2,94	3
Mangrove de Petit-Bourg	0,27	0,94	1,50	1,72	1,77	2,50	2,50	2,72
Sable d'origine volcanique	0,33	0,66	0,04	0,66	0,38	0,38	0,38	0,38
Vieux-Habitants	0	0,81	0,87	1,06	1,12	1,12	1,12	1,12
St François - Plaine	0	0	0,06	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
St François - Coteaux	0,28	0,50	0,28	0,50	0,28	0,28	0,28	0,28
Mangrove de Morne-à-l'eau	0	0	1,16	2,38	3,61	3,61	3,61	3,61
Sable d'origine calcaire	1,05	1,33	2,75	2,75	2,75	2,81	2,81	2,81

ESSAI II (Inoculation le 14/3 ; Plantation le 4/4)

Echantillons de sols	Moyenne de flétrissement le :					
	10/4	16	19	27	2/5	4
Duclos	0,30	0,85	1,75	2,4	2,6	2,65
Longueteau	0,30	1,7	2	2,8	2,9	4
Mangrove de Petit-Bourg	0	0	0	0	0	0
Sable d'origine volcanique	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15
Vieux-Habitants	0,6	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Fond d'Or 1	0,06	0,62	2,25	3,37	3,5	4
Fond d'Or 2	0,31	1,4	2,11	3	3,12	3,43
Saint-François - Plaine	0	0	0	0	0	0
Saint-François - Coteaux	0	0	0	0	0	0
Mangrove de Morne-à-l'eau	0	0	0	0	0	0
Sable d'origine calcaire	0	0	0	0,1	0,1	0,1

TABLEAU III : Influence de la nature de l'amendement sur le degré de flétrissement.

Echantillons de sols	pH		Moyenne de Flétrissement le :						
	avant culture	après culture	14/5	17/5	22/5	25/5	28/5	1/6	4/6
Duclos (Témoin = T)	5,6	5,8	0,50	1,72	2,72	3,22	3,50	3,55	4
T + 3 g $Mg\ CO_3$	8,3	7,5	0,25	0,43	0,66	1,56	2,18	3,50	3,75
T + 2 g $Na_2\ CO_3$	7,2	6,9	0,37	1,77	3,11	3,27	3,61	3,88	4
T + 4 g " "	7,8	7,3	0,75	0,87	1,04	2	2,81	4	4
T + 6 g " "	8	7,8	0,44	0,50	0,88	1,22	2,11	3,05	3,16
T + 2 g $Ca\ CO_3$	7,4	7,4	0	0,88	1,22	1,33	1,33	1,33	1,33
T + 4 g " "	7,5	7,3	0	0,44	1,16	1,61	2,11	2,38	2,65
T + 6 g " "	7,6	7,8	0	0,55	0,94	1,55	1,77	1,77	1,77

Sols inoculés le 16 Avril
Sols plantés le 7 Mai

La teneur en calcium des sables d'origine calcaire est peu connue, le sodium éliminé partiellement lors des lavages peut être la cause d'un pH élevé (8,1 en Octobre) ce qui expliquerait une note moyenne de flétrissement relativement élevée (2,81).

Le rôle de la nature de l'ion dans la mangrove de Petit-Bourg est difficilement explicable. A deux saisons on a un pH et des résultats différents, les eaux de pluie ont peut-être joué un rôle dans la transformation de ces sols.

Les vertisols de Grande Terre, dominés par la présence de montmorillonite sont compacts et très rapidement saturés par l'eau, tandis que l'argile kaolinite confère aux sols ferrallitiques une certaine friabilité et perméabilité. On peut se demander dans quelle mesure intervient la porosité des sols sur le développement du flétrissement bactérien, Ps. solanacearum étant un germe se multipliant dans des conditions aérobies.

Le flétrissement bactérien ne s'installant pas dans les vertisols calcaires, la simple présence de faible quantité de ce sol dans un sol ferralitique est-elle suffisante pour s'opposer à la maladie ? On peut rechercher la limite de " résistance" de ces vertisols lors de dilution dans des sols volcaniques.

TABLEAU II : Réceptivité des sols de Guadeloupe suivant leur pH.
(1) : Moyenne de flétrissement au 21e jour après plantation.

Essai I : (Octobre)

pH	Types de sols	moyenne de flétrissement (1)
4,1	mangrove de Petit-Bourg	2,71
6,4	mangrove de Morne-à-l'eau	3,61
6,5	Duclos	3,33
6,9	Longueteau	3
7,3	Vieux Habitants	1,12
7,9	St-François-plaine	0,12
8	Sable d'origine volcanique	0,38
8,1	Sable d'origine calcaire	2,81
8,2	St-François coteaux	0,28

Essai II (Mars)

pH	Types de sols	moyenne de flétrissement (1)
4,6	Fond d'or 1	3,37
4,7	Fond d'or 2	3
5,3	Duclos	2,4
5,4	Longueteau	2,8
6,1	Mangrove de Petit-Bourg	0
7,2	Mangrove de morne-à-l'eau	0
7,2	Vieux-Habitants	0,55
7,2	Sable d'origine calcaire	0,1
7,3	St-François-plaine	0
7,3	St-François coteaux	0
7,5	sable d'origine volcanique	0,15

TABLEAU IV : Utilisation de différents types d'amendements calcaires.

échantillons de sols	pH avant culture	Moyenne de Flétrissement le : 28/4	2/5	5	9	11	17	19	23	31/5
Duclos (Témoin = T)	6,4	0,66	2,38	4	4	4	4	4	4	4
T + 2 g Calcaire broyé	6,8	0	0,11	0,83	1,22	1,44	1,73	1,94	1,94	1,94
T + 4 g " "	6,8	0	0,4	0,88	1	1,33	1,83	2,11	2,33	2,66
T + 6 g " "	7,2	0	0	0	0,33	0,88	1,16	1,55	1,66	2
T + 8 g " "	7,5	0	0,27	0,44	0,55	0,88	0,88	1,05	1,16	1,83
T + 2 g de chaux magnésienne	7,3	0,33	0,44	0,77	1,66	2,38	2,88	3,11	3,11	3,61
T + 4 g " "	7,9	0	0	0,27	0,77	1	1	1	1,11	1,33
T + 6 g " "	7,9	0	0	0,06	0,37	0,50	0,62	0,81	0,87	1,12
T + 8 g " "	8,8	0	0	0	0	0,18	0,43	0,62	1	1
T + 2 g de chaux de sucrerie	7,6	0,05	0,55	0,88	0,88	1,22	1,33	1,33	1,55	1,77
T + 4 g " "	7,8	0	0	0	0,33	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
T + 6 g " "	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T + 8 g " "	8,7	0	0	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
T + 2 g de chaux Prolabo	7,5	0	0	0,27	0,33	0,83	1,44	1,66	1,77	1,77
T + 4 g " "	7,8	0	0,50	0,50	0,50	0,87	0,87	1,25	1,50	1,50
T + 6 g " "	7,9	0	0	0	0	0,22	0,66	0,88	0,88	1,11
T + 8 g " "	7,9	0	0,44	0,44	0,44	0,44	0,50	1	1,77	3,11

Sols inoculés le 30 Mars
Sols plantés le 20 Avril